

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS

LUSIVALDO LUÍZ DOS SANTOS

CULTIVARES DE CEBOLA SUBMETIDAS A DIFERENTES
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO NOS
TABULEIROS COSTEIROS SERGIPANO

SÃO CRISTÓVÃO – SE

2020

LUSIVALDO LUÍZ DOS SANTOS

**CULTIVARES DE CEBOLA SUBMETIDAS A DIFERENTES
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO NOS
TABULEIROS COSTEIROS SERGIPANO**

Dissertação de mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Recursos Hídricos como um dos
requisitos para obtenção do título de
Mestre em Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Rodrigues Gomes Filho

Coorientador: Prof. Dr. Rychardson Rocha de Araújo

SÃO CRISTÓVÃO – SE

2020

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

S237c Santos, Lusivaldo Luiz dos
Cultivares de cebola submetidas a diferentes lâminas de irrigação por gotejamento nos tabuleiros costeiros sergipano / Lusivaldo Luiz dos Santos ; orientador Raimundo Rodrigues Gomes Filho. – São Cristóvão, SE, 2020.
50 f. : il.

Dissertação (mestrado em Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Sergipe, 2020.

1. Recursos hídricos. 2. Irrigação por gotejamento – Sergipe. 3. Cebola – Populações. 4. Cebola – Meios de cultivo. 5. Produtividade agrícola. I. Gomes Filho, Raimundo Rodrigues. II. Título.

CDU 556.18:631.674.6(813.7)

LUSIVALDO LUIZ DOS SANTOS

**CULTIVARES DE CEBOLA SUBMETIDAS A DIFERENTES LÂMINAS
DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO NOS TABULEIROS
COSTEIROS SERGIPANO**

Dissertação de mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Recursos
Hídricos, como um dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em Recursos
Hídricos.

Aprovada em: 18 de dezembro de 2020.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Raimundo Rodrigues Gomes Filho
Presidente-orientador



Prof. Dr. Clayton Moura de Carvalho
Examinador Externo



Prof. Dr. Gregório Guirada Faccioli
Examinador Externo

SÃO CRISTÓVÃO – SE

2020

RESUMO GERAL

A cultura da cebola por apresentar grande importância no cenário nacional e por ocupar a terceira posição em números de produtividade, ganha destaque na agricultura brasileira. Porém o setor agrícola por ser um grande consumidor dos recursos hídricos na produção agrícola necessita de uma atenção especial nas políticas públicas voltadas aos recursos hídricos. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi observar o efeito de diferentes lâminas de irrigação por gotejamento em três cultivares de cebola para as condições edafoclimáticas dos Tabuleiros Costeiros Sergipano. O experimento foi implantado no Campo experimental das Ciências Agrárias da Universidade Federal de Sergipe, denominado “Campus Rural” situado nas coordenadas (10°55’S e 37°11’O) e altitude de 18 metros em relação ao nível médio do mar, no município de São Cristóvão – Sergipe. O solo da região é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo distrófico típico. O clima da região de acordo com a classificação de Köppen é As’, tropical chuvoso, com verão seco e pluviometria em torno de 1200 mm anuais, com chuvas concentradas (70%) entre os meses de abril a setembro. O experimento consistiu em aplicar cinco lâminas de irrigação correspondentes a 50, 75, 100, 125 e 150% da evapotranspiração da cultura - ET_c, na cebola, e verificar o desempenho entre 3 cultivares IPA-11, Texas Grano 502 e IPA-10. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, totalizando 15 tratamentos e 60 parcelas experimentais. As lâminas de irrigação estimadas em 115,25% e 88,34% proporcionaram maiores produtividade total e produtividade da água para bulbos de cebola, na ordem de 54,00 t ha⁻¹ e 12,34 kg m⁻³, respectivamente. As cultivares Texas Grano 502 e Vale Ouro IPA-11 proporcionaram maior economia de água. As lâminas de irrigação estimadas em 116 e 94% da ET_c proporcionaram maiores produtividade comercial de bulbos e produtividade da água para bulbos comerciais, na ordem de 53,86 t ha⁻¹ e 11,88 kg m⁻³, respectivamente. A cultivar IPA 10 proporcionou índices agrônômicos inferiores nas variáveis produtividade comercial e massa média de bulbos comerciais.

Palavras-chave: *Allium cepa* L. Genótipos. Evapotranspiração da cultura. Produtividade agrícola.

ABSTRACT

The onion crop, for having great importance in the national scenario and for occupying the third position in productivity numbers, gains prominence in Brazilian agriculture. However, the agricultural sector, being a large consumer of water resources in agricultural production, needs special attention in public policies aimed at water resources. In view of the above, the aim of this study was to observe the effect of different drip irrigation depths in three onion cultivars for the edaphoclimatic conditions of Sergipano Coastal Trays. The experiment was implemented in the Experimental Field of Agricultural Sciences of the Federal University of Sergipe, called "Rural Campus" located at the coordinates (10 ° 55'S and 37 ° 11'O) and altitude of 18 meters in relation to the average sea level, in the municipality de São Cristóvão - Sergipe. The region's soil is classified as a typical dystrophic Red Yellow Argisol. With an As' climate, tropical rainy, with dry summer and rainfall around 1200 mm per year, with concentrated rains (70%) between the months of April to September. The experiment consisted of applying 5 irrigation depths (50, 75, 100, 125 and 150% of the crop evapotranspiration - ET_c), in the onion crop, and verifying the performance between 3 cultivars IPA-11, Texas Grano 502 and IPA- 10. The experimental design used was in randomized blocks, totaling 15 treatments and 60 experimental plots. The irrigation depths estimated at 115.25% and 88.34% provided higher total and water yield for onion bulbs, in the order of 54.00 t ha⁻¹ and 12.34 kg m⁻³, respectively. The Texas Grano 502 and Vale Ouro cultivars IPA-11 provided greater water savings. The irrigation depths estimated at 116 and 94% of ET_c provided higher commercial bulb yield and water yield for commercial bulbs, in the order of 53.86 t ha⁻¹ and 11.88 kg m⁻³, respectively. The IPA 10 cultivar provided lower agronomic rates in the variables commercial productivity and average mass of commercial bulbs.

Keywords: *Allium cepa* L. Genotypes. Crop evapotranspiration. Agricultural yield

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Demandas de uso da água no Brasil, por setor (%).	9
Figura 2 - Reposição de água de cada tratamento e as correspondentes lâminas de irrigação na sementeira, de precipitação, de irrigação por gotejamento e totais aplicadas durante a condução do experimento - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	28
Figura 3 - Produtividade total de bulbos de cebola em função das frações de reposição de água baseadas na evapotranspiração da cultura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	29
Figura 4 - Produtividade da água em função das frações de reposição de água baseadas na evapotranspiração da cultura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	31
Figura 5 - Detalhamento do fator lâmina de irrigação durante a condução do experimento - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	42
Figura 6 - Médias de produtividade comercial de bulbos de cebola ($t\ ha^{-1}$), em função das porcentagens das lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	44
Figura 7 - Média de massa média de bulbos comerciais em função das porcentagens das lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	46
Figura 8 - Produtividade da água para bulbos comerciais em função das porcentagens das lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química do solo utilizado no experimento	25
Tabela 2 - Resumo das análises de variância e de regressão para produtividade total de bulbos (PTB) e produtividade da água (PA) no cultivo da cebola sob diferentes lâminas de irrigação e cultivares	28
Tabela 3 - Valores médios da produtividade total de bulbos (PTB) e produtividade da água (PA) sob lâminas de irrigação e cultivares de cebola - São Cristóvão - SE, UFS, 2020.....	30
Tabela 4 - Composição química do solo utilizado no experimento	39
Tabela 5 - Resumo das análises de variância e de regressão para produtividade comercial de bulbos (PCB), massa média de bulbos comerciais de cebola (MMC) e produtividade da água para bulbos comerciais (PAC), sob lâminas de irrigação e cultivares de cebola - São Cristóvão - SE, UFS, 2019	43
Tabela 6 - Valores médios de produtividade comercial de bulbos (PCB), massa média de bulbos comerciais (MMC), e produtividade da água para bulbos comerciais de bulbos de cebola (PAC) - São Cristóvão - SE, UFS, 2019.....	45

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO	9
2.1 RECURSOS HÍDRICOS NA SUSTENTABILIDADE DO PLANETA	9
2.2 TABULEIROS COSTEIROS BRASILEIROS	10
2.3 SEMIÁRIDO NORDESTINO	11
2.4 IRRIGAÇÃO	12
2.5 CULTIVO DE CEBOLA	15
2.6 DESCRIÇÃO DE ALGUMAS CULTIVARES IMPLANTADAS NA REGIÃO NORDESTE DO PAÍS	17
2.6.1 Cultivares Híbridas	17
2.6.2 Cultivares de Polinização aberta:	18
REFERÊNCIAS.....	19
3 EFEITOS DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NA PRODUTIVIDADE DA ÁGUA EM DIFERENTES CULTIVARES DE CEBOLA.....	23
3.1 INTRODUÇÃO	24
3.2 MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
3.4 CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS.....	34
4 PRODUTIVIDADE DA ÁGUA PARA PRODUÇÃO COMERCIAL DE BULBOS DE CEBOLA EM IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO	37
4.1 INTRODUÇÃO	38
4.2 MATERIAIS E MÉTODOS	39
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
4.4 CONCLUSÃO.....	49
REFERÊNCIAS.....	50

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país privilegiado em seus recursos naturais variados em cada região do seu território, entre eles a grande disponibilidade de água doce existente e a sua grande importância, porém existe uma má distribuição da mesma em suas regiões durante todo ano, devido à falta de infraestrutura hídrica adequada e da conservação da mesma pelo homem, fato este que, muitas vezes, não frisamos a água é um bem finito e de valor econômico, e que a falta da mesma pode colocar em risco a vida das futuras gerações, como também os setores de produção atuais.

O território brasileiro possui 12% das reservas de água doce existente no mundo, tendo a Bacia Amazônica uma representação de 70% desse volume, a outra parte desta água doce é distribuído desigualmente para atender a toda população brasileira. A região Nordeste possui menos de 5% desta reserva e uma grande parte dela é subterrânea, possuindo um teor salino acima do aceitável para o consumo humano.

Com o crescente aumento da população mundial a demanda por alimentos, fibras, combustíveis e água se torne cada vez maior, e com isso a exploração dos recursos naturais tendem a crescer, entre eles a exploração de áreas para agricultura irrigada, que é um setor que demanda um consumo elevado de água que, usada de maneira inadequada, leva a diminuição ou falta, possibilitando a geração de conflitos pelo acesso a mesma, como também a dificuldade na segurança alimentar provocada pela sua escassez. Por isso, se faz necessário a conservação dos recursos hídricos existentes como forma de garantir a manutenção da vida.

O setor agrícola brasileiro se destaca no consumo dos recursos hídricos existentes, sendo a irrigação uma das técnicas utilizadas na produção das culturas agrícolas visando, com isso, assegurar o seu desenvolvimento e produção. Neste contexto, necessita-se uma atenção especial das políticas públicas hídrica, ambiental e agrícola, promovendo o desenvolvimento sustentável na exploração dos processos produtivos (BERNARDO, SOARES, MANTOVANI, 2019).

O semiárido nordestino se caracteriza por alta radiação solar e temperatura, associado a variações temporal, e espacial de precipitações, contudo tem se destacado no cenário nacional como grande produtor de frutas e hortaliças devido ao uso da irrigação, que foi desenvolvida através da interação das políticas públicas para o desenvolvimento da região, e desta forma foram adaptados sistemas de irrigação que promovem maior eficiência para fornecimento de água para as plantas, assim como o consumo humano e conservação dos recursos naturais. A

irrigação localizada, como microaspersão e gotejamento, é um método que através de critérios científicos adotados se tornam mais eficientes em diversas culturas, com a distribuição da lâmina de água ideal para a cultura, fertirrigação e conservação do solo.

No Brasil, a cebola (*Allium cepa* L.) é considerada a terceira hortaliça mais importante, em valor econômico, superada apenas pelo tomate e a batata, com uma área plantada em 2018 de 48.629 ha, correspondendo a uma produção de 1.549.597 t e produtividade média de 27,8 t ha⁻¹. A região Sul foi responsável por 48,42% da produção nacional, seguida pela região Sudeste (23,64%), Nordeste (19,11%), Centro-Oeste (8,78%) e Norte (0,04%) (IBGE, 2020).

No Nordeste brasileiro, esta hortaliça é predominantemente produzida no Vale do São Francisco, sendo os estados de Pernambuco e Bahia os maiores produtores, com 91,72 % da produção regional e produtividade média de 25,89 e 44,19 t ha⁻¹, respectivamente (IBGE, 2020). É uma atividade praticada principalmente por pequenos produtores e a sua importância socioeconômica fundamenta-se não apenas na rentabilidade, mas na grande demanda de mão de obra, contribuindo para a viabilização de pequenas propriedades.

A cultura obteve uma boa aceitação do vale do rio São Francisco e em outros estados do país, principalmente pelas atividades desenvolvidas por órgãos de pesquisa e extensão, que geraram pacotes tecnológicos e cultivares melhoradas na adaptação as condições climáticas regionais. Apesar do êxito em alguns Estados do Nordeste, em Sergipe, a cultura possui pequena produção, totalizando 18 toneladas (IBGE 2020).

Diante do exposto, objetivou-se observar o efeito de diferentes lâminas de irrigação por gotejamento em três cultivares de cebola para as condições edafoclimáticas dos Tabuleiros Costeiros Sergipano.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

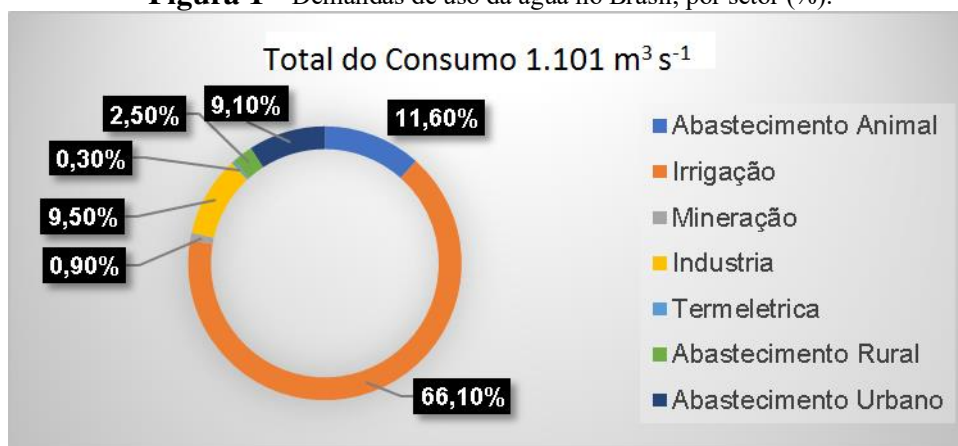
2.1 RECURSOS HÍDRICOS NA SUSTENTABILIDADE DO PLANETA

Os recursos hídricos possuem um papel fundamental para existência da vida no planeta e a água é parte fundamental neste processo, representada em diferentes estados da matéria e em quantidades, possui uma proporção em maior quantidade como salgada, existentes nos oceanos, e em menor quantidade em água doce existente em: rios, nascentes, calotas polares, mas que são de fundamental importância para a vida do planeta (BARROW, 2016).

O Brasil é um país privilegiado quanto à disponibilidade hídrica total, no entanto a ocorrência da água é desigual no território e durante o ano, bem como a demanda por sua utilização e a infraestrutura hídrica adequada para o seu aproveitamento e conservação. É importante destacar esses dados da Unesco, pois o Brasil ocupa posição privilegiada, com 12% da água superficial do planeta (UNESCO, 2015).

Entre 1960 e 2015, a área irrigada no Brasil aumentou expressivamente, passando de 462 mil hectares para 6,95 milhões de hectares, e pode expandir mais 45% até 2030, atingindo 10 milhões de hectares. O uso dos recursos hídricos (água) no Brasil é estimado por setores e usuários. Tendo como destaque e responsável por 96,3 % do consumo a agricultura irrigada, o abastecimento urbano, abastecimento animal e a indústria de transformação (Figura 1), sendo essas áreas propensas a expansão nos próximos anos (ANA, 2019)

Figura 1 - Demandas de uso da água no Brasil, por setor (%).



Fonte: Adaptado (ANA, 2019)

A água é um recurso indispensável a vida, como também possui um papel fundamental dentro dos recursos ambientais, por desempenhar diferentes papéis relacionados ao seu consumo, como também sobre a dinâmica do ecossistema. Porém a água é um bem finito e sua disponibilidade vem diminuindo gradativamente devido ao crescimento populacional, à expansão da indústria e das fronteiras agrícolas e a degradação do meio ambiente, sendo muito importante haver cada vez mais discussões sobre a relação entre o homem e a água, para que possamos garantir a existência da mesma para sobrevivência das gerações futuras (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2019).

A segurança alimentar é um dos principais problemas a serem enfrentados, diante do aumento da população mundial e dos padrões de vida existentes entre as classes sociais, e principalmente nos países em desenvolvimento, onde a renda define o consumo, poderá existir uma perspectiva de uso em demasia dos recursos naturais, podendo com isso causar conflitos pelo seu uso (ALEXANDRATOS; BRUINSMA, 2012).

Um dos maiores desafios do século XXI é suprir as necessidades da sociedade moderna, levando em consideração que a população pode chegar rapidamente a 9 (nove) bilhões de pessoas, que as exigências por alimentação, água, terra e energia precisam coexistir com o as mudanças climáticas, os usos múltiplos da água, os grandes centros urbanos e a falta de sustentabilidade dos meios de produção (ANA, 2019; FAO, 2017).

2.2 TABULEIROS COSTEIROS BRASILEIROS

Os solos de tabuleiros Costeiros estão distribuídos em uma superfície do tipo tabular, com vales profundos e encostas com declives, sendo nomeado como Tabuleiros Costeiros. A região de Tabuleiros Costeiros Nordeste, segundo Cintra *et al.* (2001), possui um contingente populacional em torno de 45% da região nordeste, como também pela utilização da mesma no cultivo agrícola, tendo como destaque os plantios de cana-de-açúcar, pecuária, fruticultura e culturas anuais, gerando com isso emprego e renda.

Ainda de acordo com Cintra *et al.* (2001) os solos de Tabuleiros Costeiros possuem limitações químicas e físicas. Como limitações químicas existe a baixa capacidade de troca catiônica causada pelo baixo teor de matéria orgânica existente no solo, associado a predominância da caulinita na fração de argila, com conseqüente baixa da fertilidade natural.

No estado de Sergipe os solos de Tabuleiros Costeiros abrangem toda região litorânea estendendo-se por 60 km ao Oeste, com uma área de aproximadamente 7.126 km², correspondendo cerca de 32% da área do estado de Sergipe, e tendo predominantemente solos como: Latossolos Amarelos e Argissolo Amarelo, apresentando argila do tipo caulinita, estrutura frágil e com baixos teores de matéria orgânica (SANTOS *et al.*, 2018).

O clima, segundo a classificação de Koppen, é do tipo As', caracterizado como clima tropical chuvoso, com verão seco e estação chuvosa no outono, com chuvas distribuídas nos meses de fevereiro a setembro, permitindo o cultivo de culturas anuais neste período, e possui uma média pluviométrica anual de 1200 mm de chuva, possuindo como cobertura vegetal florestas, restingas e cerrado. (ALVARES *et al.*, 2013).

A cobertura pedológica é constituída por solos dessaturados de bases, ácidos, e em grande parte deles apresentando uma acentuada variação textural entre os horizontes superficiais (mais arenosos) e os de subsuperfície (mais argilosos), conforme o sistema Brasileiro de classificação de solos (Santos *et al.*, 2018), tais solos enquadram-se predominantemente na ordem dos Argissolos.

2.3 SEMIÁRIDO NORDESTINO

A região semiárida brasileira apresenta-se em sua maior porcentagem na região nordeste, apresenta baixo desenvolvimento humano, abriga 29 milhões de pessoas e corresponde a 11,8% da população do país (LUSTOSA; APOLINARIO; SILVA, 2018).

A região do Nordeste Brasileiro sofre periodicamente com ocorrências de seca, sendo a região semiárida a mais afetada com esse fenômeno, onde a estiagem afeta os setores agrícolas, pecuários e abastecimento humano, devido as irregularidades das chuvas (FECHINE, 2012; SANTOS *et al.*, 2012).

Segundo Sivakumar e Brunini (2005), a região semiárida está distribuída em quase todo continente, representando um total de 30% de área e abrigando aproximadamente 20% da população mundial.

Os solos desta região são compostos em sua maioria por solos novos e rasos e com baixa retenção de água. A precipitação na região é concentrada em 4 meses do ano, variando em algumas regiões, onde existe uma alta variabilidade temporal e espacial, acontecendo simultaneamente períodos de seca, que são períodos onde ocorre baixa precipitação, podendo

ocorrer por anos (MARENGO *et al.*, 2011). As secas causam elevados impactos ambientais, sociais e econômicos, principalmente na oferta de água para o consumo humano, animal e na produção agrícola que muitas vezes são concentradas nos períodos chuvosos, diminuindo com isso as safras agrícolas, e gerando principalmente fome e êxodo rural para os grandes centros urbanos (MARENGO; TORRES; ALVES, 2017).

Um intervalo de seca ocorrido entre os anos de 2012 e 2013 gerou uma série de impactos socioambientais e econômicos nas regiões semiáridas nordestina, como a redução da produção agrícola, e perda significativa na pecuária, e a redução dos níveis de água nos reservatórios para abastecimento humano e dessedentação animal, e também para a geração de energia (NYS; ENGLE, 2014).

Estudos relacionados ao clima preveem importantes mudanças nos fatores climáticos como: temperatura e precipitação para os biomas brasileiros, provocando cada vez mais a utilização dos recursos dos quais dependem os meios de vida humanos. Diante deste cenário, as respostas políticas e institucionais são indispensáveis à redução da vulnerabilidade das populações urbanas e rurais, influenciando o acesso aos recursos e a capacidade de respostas efetivas (BIGGS, 2014). Entretanto, a promoção de estratégias adaptativas requer abordagens mais integradas que permitam minimizar conflitos relacionados ao uso de recursos naturais e entre respostas políticas setorializadas, baseadas em mecanismos muitas vezes custosos em termos de compensações, externalidades e passivos (GIATTI *et al.*, 2016).

2.4 IRRIGAÇÃO

No Brasil, a irrigação obteve notoriedade no início do século XX, devido ao cultivo de arroz irrigado por inundação no sul do país (ANA, 2017), mas, o primeiro projeto de irrigação foi implantado no final da década de 1580, no Rio de Janeiro por padres jesuítas (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2019).

Diversos fatores contribuem para as necessidades de irrigação. Nas regiões afetadas pela escassez contínua de chuvas ou períodos específicos, a produção agrícola só é possível com a complementação de água através da irrigação. Em 2017, a Agência Nacional de Águas – ANA publicou o Atlas de Irrigação, onde consta que o Brasil está entre os dez países com a maior área equipada para irrigação do mundo (FAO, 2017).

A irrigação é considerada como uma das técnicas utilizadas na produção das culturas agrícolas, possibilitando com isso, aumento de produção, produtividade e rentabilidade. Proporcionando com isso impactos positivos na área social, com a geração de empregos diretos e indiretos, como também renda para as famílias que sobrevivem da agricultura. Mas vale salientar que o fator determinante para o seu uso, é o manejo adequado da mesma, associado a outras técnicas como: rotação de culturas; conservação e manejo adequado do solo e o manejo integrado de pragas e doenças, almejando com isso produtos de qualidade para uma boa aceitação na comercialização (BERNADO, SOARES, MANTOVANI, 2019).

Dentre várias políticas de desenvolvimento regional para o Nordeste, a criação dos perímetros irrigados foi uma das principais estratégias para geração de empregos, diminuição da pobreza e geração de renda. Foram criados órgãos como DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas) e CODEVASF (Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba), onde se realizou estudos de estruturação e distribuição de lotes de terras irrigadas para a população local, além de construção de obras hidráulicas para atender as necessidades de consumo humano e dessedentação animal (PONTES *et al.*, 2013).

Os investimentos públicos nas áreas irrigadas do Nordeste Brasileiro proporcionaram um grande avanço na área agrícola, principalmente na produção de frutas e hortaliças que abastecem o mercado nacional e Internacional (PAZ; TEODORO; MENDONÇA, 2000)

Com o êxito da irrigação implantada no vale do São Francisco, houve a adoção da técnica pôr diversas outras regiões, fazendo com que surgissem mais polos de prática de irrigação, gerando emprego, renda e permanência do homem no campo, diminuindo o êxodo rural (ANA, 2017).

A agricultura irrigada atual busca a migração para sistemas de irrigação que tenham maior eficiência e melhor economia no consumo de água, visando com isso evitar as perdas e aumentar a eficiência da irrigação das culturas (AYARS; FULTON; TAYLOR, 2015).

A escolha do sistema de irrigação a ser utilizado é de primordial importância na irrigação, o manejo inadequado pode influenciar em perdas excessivas de água e degradação do solo, provocando com isso, lixiviação dos nutrientes, salinização do solo e prejuízos com gastos excessivos através do desperdício da água, portanto se faz necessário o manejo adequado da irrigação de acordo com cada cultura (VILAS BOAS *et al.*, 2011).

A irrigação localizada vem se destacando, devido vários fatores na agricultura irrigada, podemos citar o gotejamento e a microaspersão como dois métodos de irrigação bastantes difundidos pela sua eficiência no fornecimento de água as plantas, dentre elas estão: eficiência do uso da água, maior produtividade, no controle fitossanitário, não interferência nas práticas

culturais, adaptação a diferentes tipos de solos e topografias, utilização com água salina ou em solos salinos e economia de mão-de-obra. Sendo o gotejamento o método localizado mais implantado atualmente devido ao seu grau de eficiência em relação a distribuição de água no solo (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2019; IRMAK; DJAMAN; RUDNICK, 2016).

Destaca-se ainda a irrigação por gotejamento, por apresentar uma grande adaptabilidade a diversos tipos de relevo e precisão na irrigação das culturas, diminuído o desperdício de água e aumentado a produtividade dos cultivos (REYES-CABRERA, 2016; PARIS *et al.*, 2018). Desta forma, o manejo correto da irrigação se torna indispensável, uma vez que pode ser ajustado às condições momentâneas da cultura (VILAS BOAS *et al.*, 2011).

Com a dificuldade de estabelecer um parâmetro confiável com os tipos de plantas usados para estimar a evapotranspiração, surgiu a padronização com uma cultura hipotética, que geralmente são gramíneas e foi denominada evapotranspiração de referência (ET_o). Dessa forma, é evidenciado o efeito dos fatores climáticos que influenciam na evapotranspiração, reduzindo a importância da cultura e do solo (ALLEN *et al.*, 1998). A determinação desse parâmetro pode ser pela utilização de um software denominado ET_o Calculator, disponibilizado pela FAO, que utiliza no cálculo a equação de Penman-Monteith, de forma a atingir maior acurácia (ANNANDALE *et al.*, 2002).

De acordo com Anisuzzaman *et al.* (2009) a cebola requer irrigações frequentes porque a maior parte da demanda hídrica da cultura é extraída nos primeiros 20 a 30 cm de profundidade do solo, onde se concentra a maior parte do seu sistema radicular, não existindo a necessidade de realizar irrigações em profundidades superiores entre 40 a 60 cm.

Quando a cultura de interesse agrícola é cultivada com condições ótimas de água no solo, fertilização ideal e livre de plantas companheiras, para atingir o máximo de seu potencial produtivo pode ser quantificada a evapotranspiração da cultura (ET_c), em condições padrão, que é a quantidade de água consumida pela planta em um intervalo de tempo (ALLEN *et al.*, 1998). Levando em consideração a cultura agrícola, variedade e seu estágio fenológico, criou-se um fator para adequar a quantidade de água utilizada, chamado de coeficiente de cultura (K_c), que é a razão entre a evapotranspiração da cultura e a evapotranspiração de referência (HARGREVES, 1994; ALLEN *et al.*, 1998).

Com relação ao coeficiente de cultura para a cebola sob sistema de irrigação por gotejamento, Marouelli, Costa e Silva (2005) propõem a divisão em 4 fases fenológicas: inicial, vegetativo, bulbificação e maturação, com respectivos K_c 's. (Quadro 1).

Quadro 1 - Fases Fenológicas da Cultura

ESTÁDIO FENOLOGICO	IRRIGAÇÃO / GOTEJAMENTO
INICIAL (I)	0,60
VEGETATIVO (II)	0,80
FORMAÇÃO DE BULBOS (III)	0,95
MATURAÇÃO (IV)	0,65

Fonte: Adaptado (Marouelli, 2005)

2.5 CULTIVO DE CEBOLA

A cebola é uma das hortaliças mais consumidas do mundo, de origem asiática (Irã e Paquistão), hoje é encontrada e consumida em todos os continentes, sua expansão é devido a praticidade no consumo e o valor nutricional (FILGUEIRA, 2013).

Segundo Baptestini (2013) e Filgueira (2013), a planta é tenra, pode atingir até 60 a 80 cm de altura, apresenta folhas com características cerosas e tubulares, variando de coloração de acordo com a variedade, as bainhas foliares formam um pseudocaule onde sua parte inferior é um bulbo, e seu sistema a radicular é fasciculado com até 200 raízes e crescimento vertical e podendo atingir um raio de 25 cm de diâmetro e 60 cm de comprimento, possuindo também como dependência a quantidade de horas luz, que pode variar de acordo com a cultivar a ser implantada que pode possuir ciclos precoce, médio e curto e com horas luz variando entre 10 a 13 horas, para o seu desenvolvimento e uma temperatura ideal variando entre 11 a 25 °C.

As características sensoriais de sabor, cor e odor dependem do fator genético, além da sua composição química. Segundo Guimarães (2008), as características sensoriais e a composição química da cebola também são dependentes das condições do meio de cultivo.

A condimentação é um dos principais usos da cebola, realçando os sabores picante, suave e doce, possuindo também ação antioxidante, como também se destaca pelo importante seu valor nutricional, com elevado teor de carboidratos, e pelas quantidades razoáveis de riboflavina e cálcio (GUIMARÃES, 2008; SANTANA, 2015).

Segundo Rodrigues *et al.* (2015) cultivo da cebola no Brasil, é praticado principalmente, por pequenos produtores, em pequenas propriedades ou distritos irrigados e a sua importância socioeconômica se fundamenta na rentabilidade, e na grande demanda de mão de obra, contribuindo desta forma na permanência do homem no campo, e reduzindo a migração para as grandes cidades, e viabilizando as pequenas propriedades através das condições de sobrevivência oferecidas.

Os Estados que mais produzem a cultura no Nordeste são Bahia e Pernambuco, que produziram respectivamente, 242.789 e 44.553 toneladas no ano de 2018 (IBGE, 2020). A inserção da cebola no Nordeste foi um avanço no campo da empregabilidade, geração de renda e melhorias das condições de vida dos nordestinos. Investimento e pesquisa fizeram com que a cultura da cebola ganhasse proporção na região nordeste, com o apoio tecnológico e científico do IPA (Instituto Agrônomo de Pernambuco) e EMBRAPA Semiárido (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), foram desenvolvidos pacotes tecnológicos voltados para a região, como: cultivares específicas, técnicas de manejo e comercialização, facilitando com isso a exploração do cultivo pelos agricultores locais (COSTA *et al.*, 2002; COSTA; RESENDE, 2007; SANTOS; OLIVEIRA; LEITE; 2013).

O desenvolvimento de cultivares adaptadas as condições edafoclimáticas foi um dos principais fatores para o crescimento das culturas no Nordeste. As cultivares desenvolvidas pelo IPA foram fundamentais, destacando-se as cultivares: Composto IPA-6, Franciscana IPA-10, Vale Ouro IPA-11 e Brisa-IPA 12. Essa cultivares podem atingir produtividade maior que 30 toneladas por hectare, com ciclo em torno 130 dias após a semeadura (COSTA; RESENDE, 2007).

O Estado de Sergipe tem uma produção de cebolas irrisória (18 toneladas) e contava apenas com 51 estabelecimentos que cultivavam o bulbo. O município que apresentou maior produção foi Areia Branca, com produção de 12,5 toneladas (IBGE, 2017). Essa baixa produção pode estar correlacionada com a falta de incentivos, fiscais e financeiros, assistência técnica e desconhecimento da cultura.

A região Nordeste (Bahia/Pernambuco) pratica a semeadura durante todo o ano, com concentração nos meses de janeiro a março, possibilitando um escalonamento de plantio e produção com oferta de cebola em diferentes períodos do ano (COSTA; RESENDE, 2007).

A cultivar a ser utilizada no plantio pode ser escolhida em função da região produtora, do tipo de bulbo desenvolvido na própria região de cultivo, ajustada às demandas de fotoperíodo e exigido pelo mercado, que pode ser amarelo ou roxo, bem como da época de plantio no primeiro ou segundo semestre. O uso de cultivares não adaptadas à região produtora pode resultar em safras frustrantes em termo de qualidade e produtividade de bulbos comerciais. (COSTA, RESENDE; 2007).

De acordo com Filgueira (2013), o ciclo biológico da planta é composto por duas etapas: a vegetativa e a produtiva, sendo uma das raras culturas olerícolas nas quais o fotoperíodo pode ser um fator limitante no desenvolvimento da bulbificação, como também algumas cultivares que possuem os seguintes ciclos:

- Ciclo Precoce – apresentam ciclo curto, entre quatro e cinco meses de cultivo, e fotoperíodo de até 12 horas de luz.
- Ciclo Médio – apresentam ciclo médio de cinco a seis meses de cultivo e fotoperíodo entre 12 a 14 horas de luz.
- Ciclo Tardio – apresentam ciclo mais longo que as demais, entre seis a oito meses de cultivo e fotoperíodo acima de 14 horas de luz.

2.6 DESCRIÇÃO DE ALGUMAS CULTIVARES IMPLANTADAS NA REGIÃO NORDESTE DO PAÍS

Segundo Costa e Resende (2007), na região nordeste o semeio e plantio de cultivares de cebola variam de acordo com o seu ciclo, adaptação ao clima da região e período, como também armazenamento e aceitação de mercado, e as cultivares implantadas são escolhidas de acordo com as demandas de mercado e fatores de adaptação climática e regional, visando com isso uma boa adaptação e desenvolvimento da cultivar como também o aumento de produtividade das mesmas, viabilizando com isso o plantio da cultura, abaixo estão algumas cultivares de polinização aberta e híbridas implantadas na região nordeste, sendo as três últimas cultivares de polinização aberta, utilizadas no presente estudo.

2.6.1 Cultivares Híbridas

Mercedes - Híbrido de dias curtos para climas tropicais, com época de plantio para o Nordeste no primeiro semestre. É pouco pungente, folhagem vigorosa, bulbos uniformes de casca firme de cor amarelo-dourada, de forma globular, tamanho entre médio e grande, resistente à raiz rosada, com ciclo de 110 a 120 dias.

Granex 33 - Híbrido de dias curtos, ciclo de 110 -120 dias, vigoroso, resistente ao florescimento prematuro, bulbos de formato tipo globoso achatado, sabor suave, casca de cor amarelo claro.

Granex 429 - Híbrido de dias curtos, ciclo de 105 a 115 dias, vigorosa, elevada produtividade, bulbos de formato redondo, sabor suave, casca de cor amarelo claro.

Optima F1 - Híbrido precoce, com início de colheita entre 100 a 110 dias após o transplântio, folhagem vigorosa, coloração verde-escura e boa cerosidade, alto índice de formação de bulbos, maturação uniforme, casca firme de boa coloração, bulbos uniformes, de formato arredondado, sabor suave, alto valor comercial, resistente ao transporte e conservação pós colheita, como também boa tolerância a doenças.

2.6.2 Cultivares de Polinização aberta:

Alfa São Francisco - Desenvolvida após cinco ciclos de seleção dentro da Alfa Tropical, nas condições do Vale do São Francisco. Recomendada para plantio no segundo semestre do ano, sob condições de temperaturas mais elevadas. Esta cultivar apresenta bulbos de cor amarelo/baia, predominante arredondados, firmes e de bom aspecto comercial, com produtividade superior a 30 t ha⁻¹.

Franciscana IPA-10 - Os bulbos são de formato globoso achatado, coloração roxa-avermelhada e pungência elevada. No Nordeste brasileiro, pode ser cultivada durante o ano todo. O ponto ideal para colheita é atingido aos 85 dias após o transplante. Apresenta bulbos de cor roxa, com capacidade produtiva superior a 30 t ha⁻¹. Tem uma grande aceitação no mercado do Norte e Nordeste e boa conservação pós-colheita.

Texas Early Grano 502 PRR - Principal cultivar plantada no Vale do São Francisco, de 1979 até 1997, com sementes importadas do Texas, EUA ou do Chile. O bulbo tem a forma de pão, de coloração amarelo claro, bastante uniforme e sabor suave, com uma produtividade média de 30 a 40 t ha⁻¹. A cultivar é altamente suscetível ao mal-de-sete-voltas e à mancha púrpura e tolerante à raiz rosada. Ciclo de 100 -120 dias.

Vale Ouro IPA-11 – Caracteriza-se por apresentar plantas com folhagem vigorosa, moderadamente ereta, de cor verde escuro e muito cerosa. Os bulbos são de formato globular alongado, de conformação simétrica, casca fina e coloração amarela intermediária e pungência elevada a depender da região, e uma capacidade produtiva superior a 30 t ha⁻¹, com boa conservação pós-colheita. Tem apresentado melhor desempenho nas semeaduras realizadas no período de janeiro a julho. O ciclo, após o transplante, é de aproximadamente 90 dias.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRATOS, N.; BRUINSMA, J. **World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision**. FAO, Rome: ESA Working paper, 11 jun. 2012.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. **FAO, Rome**, v. 300, n. 9, p. D05109, 1998.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; MORAES, J.L.M.; SPAROVEK, AMUNDSON, R.; BERHE, A. A.; HOPMANS, J. W.; OLSON, C.; SZTEIN, A. E.; SPARKS, D. L. Soil and human security in the 21st century. **Science**, v. 348, n. 6235, p. 647-653, May. 2015.
- ANA. Agência Nacional de Águas. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Agência Nacional de Águas - Brasília: ANA, 86 p. 2017.
- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Manual de Usos Consultivos da Água no Brasil** Agencia Nacional de águas – Brasília ANA, 74 p. 2019.
- ANISUZZAMAN, M; ASHRAFUZZAMAN, M.; ISMAIL, M. R.; UDDIN, M. K.; RAHIM, M. A. Planting time and mulching effect on onion development and seed production. **African Journal of Biotechnology**, v. 8, n. 3, 16 Jan. 2009.
- ANNANDALE, J.; JOVANOVIĆ, N.; BENADE, N.; ALLEN, R. Software for missing data error analysis of Penman-Monteith reference evapotranspiration. **Irrigation Science**, v. 21, n. 2, p. 57-67, Mar. 2002.
- AYARS, J. E.; FULTON, A.; TAYLOR, B. Subsurface drip irrigation in California—Here to stay? **Agricultural Water Management**, v. 157, p. 39-47, Jul. 2015.
- BAPTESTINI, J. C. M. **Produção de cebola submetida a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio com adubação molibdica**. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.
- BARROW, C. J. **Water resources and agricultural development in the tropics**. Routledge, Tylorans francis group, 2016. 368 p.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 9º ed. Viçosa: Editora UFV, UFV, Viçosa-MG, 2019. 545p.

BIGGS, E. M.; BORUFF, B.; BRUCE, E.; DUNCAN, J. M. A.; HAWORTH, B. J.; DUCE, S.; HORSLEY, J.; CURNOW, J.; NEEF, A.; MCNEILL, K.; PAULI, N.; VAN OGTHROP, F. IMANARI, Y. **Environmental livelihood security in Southeast Asia and Oceania: a water-energy-food-livelihoods nexus approach for spatially assessing change**. Colombo: International Water Management Institute, 2014. 106 p.

CINTRA, F. L. D.; LIBARDI, P. L.; SAAD, A. M. Balanço hídrico no solo para porta-enxertos de citros em ecossistema de tabuleiro costeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 1, p. 23-28, Mai. 2000.

COSTA, N. D.; LEITE, D. L.; SANTOS, C. A. F.; CANDEIA, J. A., VIDIGAL, S. M. Cultivares de cebola. **informe agropecuário**, v. 23, n. 218. p. 20-27, 2002.

COSTA, N. D.; RESENDE, G.M. Cultivo da Cebola no Nordeste. **EMBRAPA Semi-árido Sistemas de Produção versão eletrônica**, 2007. Disponível em<
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/162405/1/Cultivodacebola.pdf>
>: Acesso em: 8 outubro. 2018.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Water for Sustainable Food and Agriculture**. A report produced for the G20 Presidency of Germany. Rome, 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i7959e.pdf>>. Acesso em: fev 2019.

FECHINE, J. A. L. Análise estatística dos impactos das mudanças climáticas na bacia hidrográfica do rio Brígida PE. 2012. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Pernambuco. Recife, 2012.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2013. Viçosa: Editora UFV, 421 p.
G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, Dec. 2013.

GIATTI, L. L.; JACOBI, P. R.; FAVARO, A. K.; EMPINOTTI, A. L. O Nexo água, energia e alimentos no contexto da Metrópole Paulista. **Estudos Avançados**, v. 30, n. 88, p. 43–61, dez. 2016.

GUIMARÃES, A. **Rendimento agrônômico do quiabo e cebola em consórcio e monocultivo**. 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2008.

HARGREAVES, G. H. Defining and using reference evapotranspiration. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 120, n. 6, p. 1132-1139, 01 Nov. 1994.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo agropecuário 2017, resultados preliminares. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=28&tema=76437>. Acesso em: fev. 2019.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - Produção agrícola municipal 2018. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: fev. 2020.

IRMAK, S.; DJAMAN, K.; RUDNICK, D. R. Effect of full and limited irrigation amount and frequency on subsurface drip-irrigated maize evapotranspiration, yield, water use efficiency and yield response factors. **Irrigation science**, v. 34, n. 4, p. 271-286, Apr. 2016.

LUSTOSA, M. C. J.; APOLINÁRIO, V.; SILVA, M. L. Arranjos produtivos locais como política de inclusão produtiva no nordeste brasileiro. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, v. 39, n. 134, p. 77-93, 2018.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA, F. F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**, p. 384-422, 2011.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 129, n. 3-4, p. 1189-1200, Aug. 2017.

MARQUELLI, W. A.; COSTA, E. L.; SILVA, H. R. **Irrigação da cultura da cebola**. 1.ed. Brasília: Embrapa Hortaliças. 2005. 17p.

NYS, E.; ENGLE, N. L. **Convivência com o Semiárido e Gestão proativa da seca no Nordeste do Brasil: Uma nova Perspectiva**. The World Bank, 01 May. 2014.

PARIS, P.; DI MATTEO, G.; TARCHI, M.; TOSI, L.; SPACCINO, L.; LAUTERI, M. Precision subsurface drip irrigation increases yield while sustaining water-use efficiency in Mediterranean poplar bioenergy plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 409, p. 749-756, Feb. 2018.

PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 3, p. 465-473, dez. 2000.

PONTES, A. G. V., GADELHA, D., FREITAS, B. M. C., RIGOTTO, R. M., & FERREIRA, M. J. M. Os perímetros irrigados como estratégia geopolítica para o desenvolvimento do semiárido e suas implicações à saúde, ao trabalho e ao ambiente. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, p. 3213-3222, 2013.

RODRIGUES, G. S. D. O.; GRANGEIRO, L. C.; DE NEGREIROS, M. Z.; DA SILVA, A. C.; JÚNIOR, J. N. Qualidade de cebola em função de doses de nitrogênio e épocas de plantio. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 239-247, Jul. 2015.

REYES-CABRERA, J.; ZOTARELLI, L.; DUKES, M. D.; ROWLAND, D. L.; SARGENT, S. A. Soil moisture distribution under drip irrigation and seepage for potato production. **Agricultural water management**, v. 169, p. 183-192, May. 2016.

SANTANA, A. T. M. C. **Resíduo de cebola (*Allium cepa* L.) como conservante natural em carne**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R.; LEITE, D. L. **Melhoramento genético de cebola no Brasil avanços e desafios**. 1. Ed. Brasília: Embrapa Semiárido. 2013. 22p.

SANTOS, E.; MATOS, H.; ALVARENGA, J.; SALES, M. C. L. A seca no nordeste no ano de 2012: relato sobre a estiagem na região e o exemplo de prática de convivência com o semiárido no distrito de Iguaçu/Canindé-CE. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 8, p. 819–830, 2012.

SANTOS, H. G., JACOMINE, P. K. T., ANJOS, L. H. C., OLIVEIRA, V. A., LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., ALMEIDA, J. A., ARAÚJO FILHO, J. C., OLIVEIRA, J. B. E CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa Solos 2018. 355 p.

SIVAKUMAR, M. V. K.; DAS, H. P.; BRUNINI, O. Impacts of present and future climate variability and change on agriculture and forestry in the arid and semi-arid tropics. In: **increasing climate variability and change**. Dordrecht: Springer, 2005.

UNESCO. **Gestão mais sustentável da água é urgente, diz relatório da ONU**. Unescopress, 20 mar. 2015. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/pt/brasil/ia/about-this-office/single-view/news/urgent_need_to_manage_water_more_sustainably_says_un_report/>. Acesso em: 18 maio. 2019.

VILAS BOAS, R. C.; PEREIRA, G. M.; SOUZA, R. J.; CONSONI, R. Desempenho de cultivares de cebola em função do manejo da irrigação por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 15, n. 2, p. 117-124, Dez. 2011.

3 EFEITOS DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NAS PRODUTIVIDADES TOTAL E DA ÁGUA EM DIFERENTES CULTIVARES DE CEBOLA

RESUMO

A cebola (*Allium cepa* L.) é a terceira hortaliça mais importante economicamente na horticultura brasileira. O objetivo deste estudo foi analisar o efeito da aplicação de diferentes lâminas de irrigação, via gotejamento, nas produtividades total e da água de três cultivares de cebola. Para tanto, aplicaram-se cinco lâminas de irrigação correspondentes a 50; 75; 100; 125 e 150% da evapotranspiração da cultura, combinadas com três cultivares de cebola (Franciscana IPA-10, Vale Ouro IPA-11 e Texas Grano 502), perfazendo um esquema fatorial 5 x 3, em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. As lâminas de irrigação estimadas em 115,25% e 88,34% proporcionaram maiores produtividades total e da água para bulbos de cebola, na ordem de 54,00 t ha⁻¹ e 12,34 kg m³, respectivamente. As cultivares Texas Grano 502 e Vale Ouro IPA-11 proporcionaram maior economia de água.

Palavras-chave: *Allium cepa* L. Franciscana IPA-10. Evapotranspiração da cultura. Vale Ouro IPA-11. Texas Grano 502.

ABSTRACT

The onion (*Allium cepa* L.) is the third most economically important vegetable in Brazilian horticulture. The aim of this study was to analyze the effect of the application of different drip irrigation depths on the total yield and water productivity of three onion cultivars. For that, five irrigation depths (50; 75; 100; 125; 150% of the crop evapotranspiration) were applied, combined with three onion cultivars (Franciscana IPA-10, Vale Ouro IPA-11 and Texas Grano 502), making a 5 x 3 factorial scheme, in a randomized block design with four replications. The irrigation depths estimated at 115.25% and 88.34% provided greater productivity and total water productivity for onion bulbs, in the order of 54.00 t ha⁻¹ and 12.34 kg m⁻³, respectively. The cultivars Texas Grano 502 and Vale Ouro IPA-11 provided greater water savings.

Keywords: *Allium cepa* L. Crop evapotranspiration. Franciscana IPA-10. Vale Ouro IPA-11. Texas Grano 502.

3.1 INTRODUÇÃO

A cebola (*Allium cepa* L.) é uma das hortaliças mais cultivadas em todo o mundo. No Brasil é a terceira espécie olerácea mais importante em valor econômico, superada apenas pelo tomate (*Solanum lycopersicum* L.) e a batata (*S. tuberosum* L.), com uma área plantada de 48.629 ha, no ano de 2018, correspondendo a uma produção de 1.549.597 t e produtividade média de 31,95 t ha⁻¹ (IBGE, 2020).

O Vale do São Francisco é o maior produtor da região nordeste, sendo os Estados de Pernambuco e Bahia os principais produtores, respondendo por 97% da produção regional em 2018, com produtividade média de 25,89 e 44,19 t ha⁻¹, respectivamente. O Estado de Sergipe aparece com uma produção média anual de 18,11 toneladas (IBGE, 2020). A baixa produção do estado pode estar relacionada à falta de estudos locais sobre a cultura, principalmente no que se refere ao manejo de irrigação, nutrição e cultivares adaptadas à região.

Investigações têm demonstrado o aumento da produtividade da ceboleira com o manejo de irrigação adequado, pois se relaciona ao incremento de fitomassa nos bulbos, para tal, deve estar associado a outros tratos culturais importantes, tais como: manejo de plantas daninhas e fertilização (BAPTESTINI *et al.*, 2018; WAKCHAURE *et al.*, 2018; RIAZ *et al.*, 2020).

A irrigação é uma técnica que comprovadamente aumenta a produtividade das culturas, porém devido à disponibilidade e os múltiplos usos podem acarretar o aumento da demanda e possíveis conflitos. Neste contexto, necessita-se uma atenção especial das políticas públicas hídrica, ambiental e agrícola, promovendo o desenvolvimento sustentável na exploração dos processos produtivos e o uso sustentável dos recursos hídricos (ABDELKHALIK *et al.*, 2019; BERNARDO, SOARES, MANTOVANI, 2019; PIRI; NASERIN, 2020).

A irrigação por gotejamento vem ganhando notoriedade por ter como principais características a sua adaptabilidade a diversos tipos de relevo, efetividade na aplicação da lâmina, reduzindo o desperdício e potencializando a produtividade de diversos cultivos (ABDELKHALIK *et al.*, 2019; PIRI; NASERIN, 2020)

De acordo com Alves *et al.* (2016), o sucesso do desenvolvimento de uma lavoura depende de vários fatores, entre eles o melhoramento genético das culturas, com isso a cultura da cebola ganhou destaque mundialmente por apresentar cultivares adaptadas a fatores climáticos de cada região, proporcionando com isso a sua exploração. No Brasil não foi diferente e os órgãos de pesquisas desenvolveram cultivares de cebolas com características

genéticas adaptadas as condições climáticas de cada região e exigências do mercado consumidor, entre elas as híbridas e as de polinização aberta, sendo esta última a mais cultivada por pequenos produtores por apresentar menores valores para aquisição para o cultivo.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de diferentes lâminas de irrigação, via gotejamento, nas produtividades total e da água de três cultivares de cebola.

3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi implantado no Campo experimental das ciências agrárias da Universidade Federal de Sergipe, denominado “Campus Rural” situado nas coordenadas (10°55’S e 37°11’O) e altitude de 18 metros em relação ao nível médio do mar, no município de São Cristóvão – Sergipe. O solo da região é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico (Santos *et al.*, 2018). A região possui um clima de acordo com a classificação de Köppen, As’, tropical chuvoso, com verão seco e pluviometria em torno de 1200 mm anuais, com chuvas concentradas (70%) entre os meses de abril a setembro (ALVARES *et al.*, 2013).

Para implantação do experimento, foram coletadas 20 amostras simples, de forma aleatória em (zigzag), na profundidade de 0-20 cm, formando uma amostra composta de 0,5 kg, armazenada em uma sacola plástica e enviada para análise química no ITPS – Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe. O solo foi classificado como Ultisol (Santos *et al.*, 2018), sendo os atributos químicos na camada de 0 a 0,20 m, analisados segundo metodologias descritas por Teixeira *et al.* (2017) (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição química do solo utilizado no experimento

pH	M.O.	Na ⁺	K	P	PST	V	Ca ²⁺	Al ³⁺	Mg ²⁺	H + Al	SB	CTC
H ₂ O	g.dm ⁻³	Mg.dm ⁻³			%		cmol _c .dm ⁻³					
6,33	11,70	3,30	27,10	12,60	0,38	61,60	1,28	<0,08	0,93	1,43	2,29	3,72

MO: Matéria Orgânica; SB: Soma de Bases Trocáveis; CTC: Capacidade de Troca de Cátions; PST: Porcentagem de Sódio Trocável; V: Índice de Saturação de Bases; WB: Método Walkley-Black; SMP: Shoemaker, Mac lean e Pratt

A área de cultivo foi dividida em duas etapas, sementeira e área definitiva. Primeiramente foi realizada a técnica de aração do solo na profundidade de 20 cm para inversão de camadas. Nesta etapa o calcário dolomítico e a matéria orgânica (em forma de esterco) foram

incorporados ao solo. O calcário na dose de 680 kg ha⁻¹ a fim de elevar a saturação por bases a 80%, e a matéria orgânica na quantidade de 20 toneladas por hectare. Posteriormente foi realizado o nivelamento do solo com uso da grande niveladora e em seguida foram construídos os canteiros com rotoencanteirador mecânico, na largura de 1,20 m e altura de 20 cm, onde foi realizado o semeio e consequentemente o transplântio da cultura.

As sementes foram distribuídas nos canteiros em sulcos com profundidade de aproximadamente 5 mm e distanciados 15 cm entre si. Cada sulco possuiu 1,20 m de comprimento onde foram distribuídas uniformemente 80 sementes por sulco, visando assim uma boa germinação e uniformidade no desenvolvimento vegetativo das mudas. Em seguida as sementes foram cobertas com solo.

O experimento foi realizado em blocos casualizados, com tratamentos arranjos em esquema fatorial 5 x 3, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram na combinação de cinco lâminas de irrigação correspondentes a 50; 75; 100; 125 e 150% da evapotranspiração da cultura e três cultivares de cebola (IPA 10, IPA 11 e Texas Grano 502). Cada parcela experimental foi constituída por um canteiro com dimensões de 1,20 m de comprimento por 1,20 m de largura, contendo 10 fileiras de plantas espaçadas em 0,10 m, a densidade de plantas variou conforme o fator espaçamento entre plantas. A parcela útil foi formada por 25 plantas, localizadas na parte central da parcela, desconsiderando as plantas das extremidades das fileiras.

As irrigações diárias foram realizadas utilizando-se tubos gotejadores com emissores espaçados de 0,30 m e vazão de 1,8 L h⁻¹. Em cada faixa (canteiro) foram instalados 3 (três) tubos gotejadores espaçados 0,30 m. As linhas de gotejadores foram conectadas à linha de derivação de polietileno, tendo em cada início de linha lateral um registro para eventual controle. Para o controle da pressão de serviço, foi utilizado um manômetro analógico regulado manualmente através de registro de gaveta, em 1,8 bar (25,6 psi).

As lâminas de irrigação para cada tratamento foram obtidas mediante diferentes tempos de funcionamento das linhas laterais. Esse tempo foi obtido através do cálculo pela equação 1.

$$T = \frac{Li \cdot Ep \cdot El}{q} \quad (1)$$

em que:

T = Tempo de irrigação para cada tratamento, h;

Li = Lâmina de irrigação para cada tratamento, mm;

Ep = Espaçamento entre plantas para cada tratamento, m;

El = Espaçamento entre linhas (0,30 m);

q = Vazão média dos gotejadores, $L\ h^{-1}$.

As lâminas de irrigação aplicadas foram obtidas através de dados meteorológicos, aferidos por estação meteorológica automática. Através do software de domínio livre, disponibilizado pela FAO, denominado ET_0 Calculator, baseado no método de Penman Monteith-FAO, foi obtida a Evapotranspiração de Referência diária.

De posse da estimativa da ET_0 multiplicada pelo coeficiente da cultura da cebola (K_c) proposto por Marouelli, Costa e Silva (2005) foi obtida a lâmina líquida. Os valores de K_c recomendados para cada estágio de desenvolvimento da cultura, com uso da irrigação por gotejamento foram 0,60; 0,80; 0,95 e 0,65.

A colheita foi realizada quando, em média, 70% das plantas estiveram em estado de tombamento/estalo. Foram colhidas, para fins de avaliação, 25 plantas que, posteriormente, foram submetidas ao processo de cura, em seguida, o corte da parte aérea e raízes (WERNER *et al.*, 2018).

Foi avaliada a produtividade total de bulbos (PTB) considerando a produção total da parcela útil e sua respectiva área, sendo estimada a produtividade por hectare e os resultados expressos em $t\ ha^{-1}$.

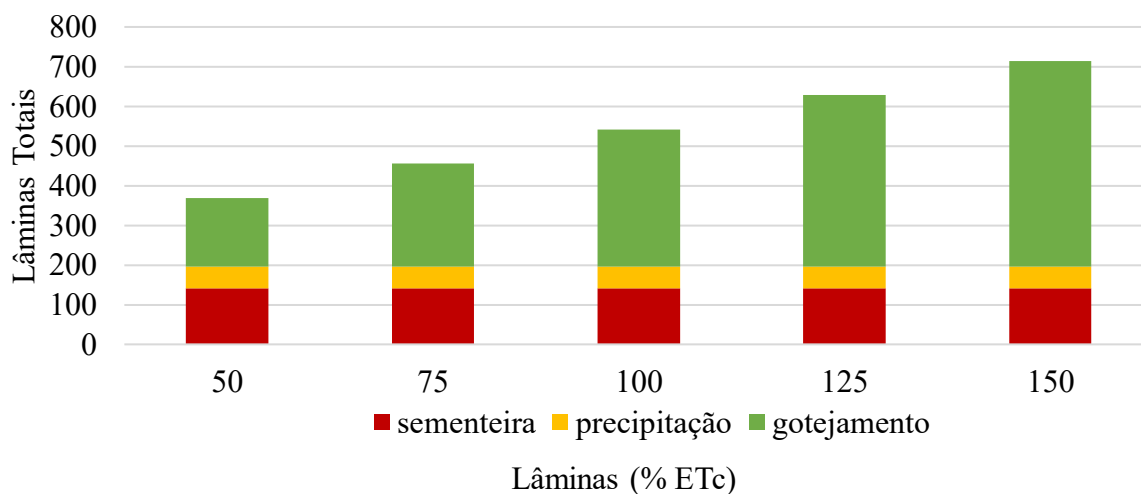
A produtividade da água (PA) foi determinada pela razão entre a produção na parcela útil e o respectivo volume de água fornecido, em cada tratamento, expressa em $kg\ m^{-3}$.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e posteriormente a análise de variância com o auxílio do software estatístico R (R Core Team, 2019) através do pacote “ExpDes.pt”. As variáveis afetadas significativamente aos níveis de 1 e 5% de probabilidade pelos tratamentos foram analisadas por teste de média (Tukey) e/ou regressão e gerados gráficos (Ferreira *et al.*, 2014).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As lâminas de irrigação aplicadas na sementeira, a precipitação ocorrida no período e as lâminas de irrigação aplicadas por gotejamento no canteiro definitivo para cada tratamento podem ser observadas na Figura 2.

Figura 2 - Lâminas de irrigação na sementeira, de precipitação, de irrigação por gotejamento no canteiro definitivo e totais aplicadas durante a condução do experimento - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



A análise de variância (Tabela 2) não revelou interação significativa entre os fatores lâminas de irrigação e cultivares de cebola, para as variáveis produtividade e produtividade da água para produtividade total de bulbos. Verificou-se efeito significativo ($p < 0,01$) para os fatores, isoladamente, lâmina de irrigação e cultivares para as variáveis analisadas.

Tabela 2 - Resumo das análises de variância e de regressão para produtividade total de bulbos (PTB) e produtividade da água (PA) no cultivo de três cultivares de cebola sob diferentes lâminas de irrigação

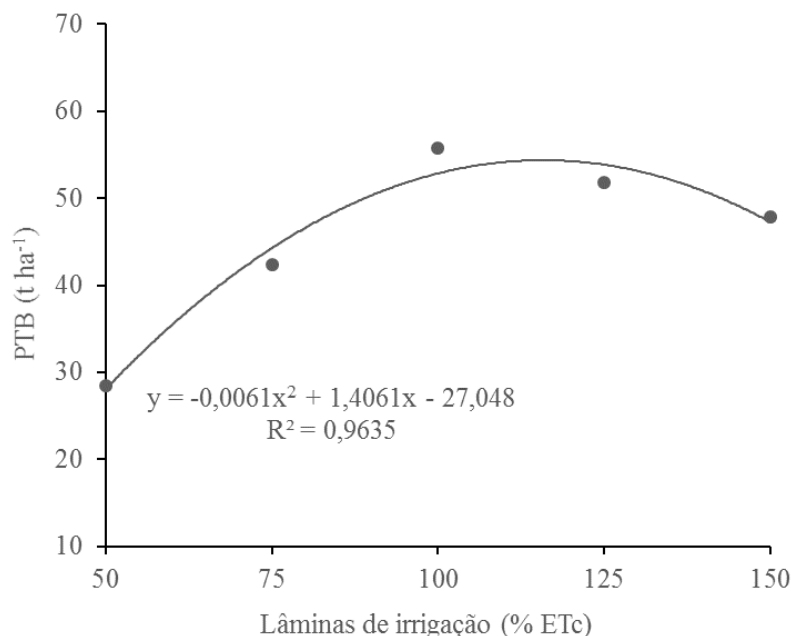
Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de quadrados	
		PTB (kg ha ⁻¹)	PA (kg m ³)
Bloco	3	24,4 ^{ns}	2,0 ^{ns}
Lâmina	4	5374,5**	176,2**
Cultivar	2	676,7**	30,2**
Lâmina x Cultivar	8	244,9 ^{ns}	6,8 ^{ns}
Resíduo	42	888,4	42,4
Média Geral	-	45,2	10,74
CV (%)	-	10,1	9,36
Lâmina	(4)	5374,5**	176,2**
Linear	1	2759,6**	53,8**
Quadrática	1	2418,9**	107,9**
Desvio	2	195,9*	14,3**

^{ns}não significativo; ** significativo a 0,01 de probabilidade; * significativo a 0,05 de probabilidade pelo Teste F.

A máxima produtividade total de bulbos de cebola, considerando todas as cultivares utilizadas, foi de 54,00 t ha⁻¹, quando se aplicou lâmina estimada em 115,25% da ETc (Figura 3). A produtividade média nacional em 2018, segundo o IBGE, foi de 31,95 t ha⁻¹, sendo que a maior média de produtividade alcançada no experimento atual foi 69% superior. Conforme a análise de regressão, a equação adequou-se a um modelo quadrático ($p < 0,01$), explicando 96% dos dados.

Baptestini *et al.* (2018), avaliando produtividade de bulbos de cebola em função de lâminas de irrigação correspondentes a 0, 75, 100 e 150% da ETc e doses de adubação nitrogenada na cidade de Viçosa – MG, obtiveram máxima produtividade aplicando a lâmina de 150% da ETc, observando um comportamento linear da produtividade, com o aumento das lâminas de irrigação, divergindo do presente trabalho onde atingiu-se um ponto de inflexão, esse comportamento pode ser atribuído a distinção do manejo tecnológico, método de irrigação e cultivar utilizada.

Figura 3 - Produtividade total de bulbos de cebola em função das frações de reposição de água baseadas na evapotranspiração da cultura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



Rop *et al.* (2016) estudaram déficit hídrico na cultura da cebola aplicando lâminas de 50, 60, 70, 80, 90 e 100% da ETc por gotejamento no Quênia e observaram a sensibilidade da produtividade total de bulbos de cebola com a variação da lâmina, onde observou-se um incremento da produtividade com aumento da lâmina, fato que pôde ser observado no presente trabalho, com a variação da lâmina de irrigação de 50 a 100% da ETc, com as respectivas médias 28,00 e 52,56 t ha⁻¹, ou seja, a cultura da cebola responde a disponibilidade de água.

A partir do ponto de inflexão ocorreu uma redução de produtividade total de bulbos com o incremento de lâmina, com variação de 15,8 % da produtividade. Alguns autores, tais como Singh *et al.* (2017) e Mello *et al.* (2018), sugerem uma lâmina de irrigação ótima para a cultura da cebola e afirmam que o excesso de água na rizosfera pode acarretar redução do

arejamento, lixiviação de nutrientes, podendo provocar alterações fisiológicas que possam gerar diminuição na produtividade.

Foi possível observar na Tabela 3 que as médias de produtividade total de bulbos, para as cultivares Texas Grano-502 e IPA-11, não diferenciaram entre si ($p < 0,05$), no entanto, a média de produtividade da cultivar IPA-10 foi inferior as duas cultivares, com diferenças de $8,18 \text{ t ha}^{-1}$ e $4,83 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente. Este comportamento pôde ser atribuído à adaptação genética das cultivares nas condições climáticas locais, fator este também observado por Resende, Costa e Yuri (2016) que estudaram cultivares de cebola no Submédio do Vale São Francisco e atingiram produtividades que variaram entre $37,6$ e $89,7 \text{ t ha}^{-1}$.

Tabela 3 - Valores médios da produtividade total de bulbos (PTB) e produtividade da água (PA) de três cultivares de cebola sob diferentes lâminas de irrigação - São Cristóvão - SE, UFS, 2020

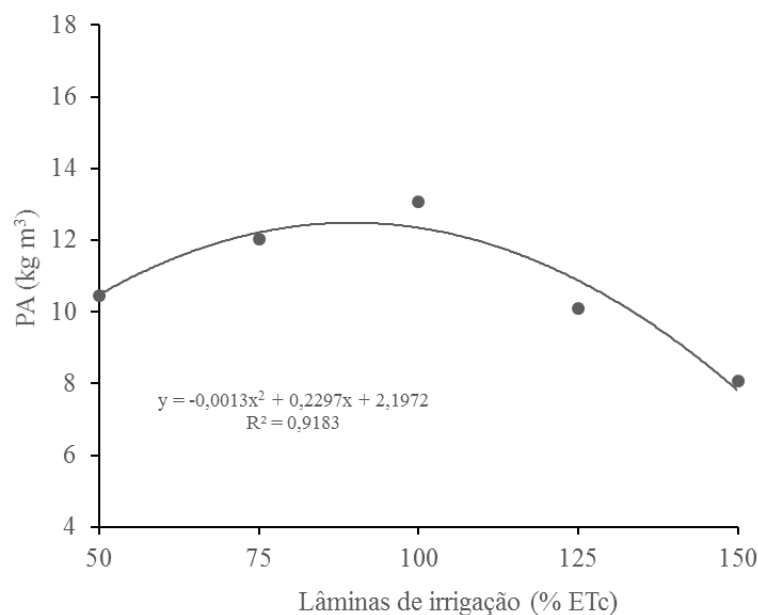
Cultivares	PTB (t ha^{-1})	PA (kg m^3)
IPA10	40,92 b	9,82b
IPA11	45,75 a	10,83 a
TXG-502	49,10 a	11,55 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Bispo *et al.* (2017) estudaram o desempenho de cultivares de cebola submetidas a diferentes tensões de água no solo, no município de Juazeiro da Bahia, com a irrigação por gotejamento e observaram diferenciação entre cultivares, onde atribuíram esse comportamento a tolerância genética de cada cultivar, relataram ainda que, a cultivar IPA-11 alcançou média de produtividade total de $20,79 \text{ t h}^{-1}$, inferior à média observada no presente trabalho, para mesma cultivar. Souza *et al.* (2017), avaliando rendimento de cultivares de cebola em condições semiáridas e submetidas a diferentes sistemas de irrigação, não observaram diferenças significativas entre as cultivares estudadas, sendo que a cultivar IPA-11 atingiu uma média de $23,07 \text{ t h}^{-1}$.

De acordo com a Figura 4 observou-se uma resposta polinomial quadrática para as médias de produtividade da água em função das lâminas de irrigação, para todas as cultivares analisadas, com coeficiente de determinação de 91%. A maior produtividade foi de $12,34 \text{ kg m}^3$ observada na lâmina estimada em 88,34% da ETc.

Figura 4 - Produtividade da água em função das frações de reposição de água baseadas na evapotranspiração da cultura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



Temesgen, Ayana e Bedadi (2018) avaliaram os efeitos de déficit de irrigação em diferentes estádios fenológicos na produtividade da água na cultura da cebola em Ambo na Etiópia. A irrigação foi aplicada em sulcos e estimada por evapotranspiração da cultura. Os autores observaram que a produtividade da água variou de 7,7 a 14,9 kg m³, a menor produtividade da água foi atingida com aplicação de 100% da ETc em todos estádios fenológicos, já a maior foi encontrada com 50% da ETc nos estádios fenológicos, sendo suprimida na fase de maturação dos bulbos de cebola. Este comportamento foi observado no presente estudo em lâminas superiores a 88,34% da ETc resultando em decréscimo na produtividade da água com variação de 12,34 a 7,40 kg m³. Pôde-se inferir que o aumento na produtividade teve incremento em taxas menores devido ao volume de água utilizado.

Wakchaure *et al.* (2018) avaliaram a produtividade de bulbos e da água na cultura da cebola submetida a déficit de irrigação e aplicação exógena de biorreguladores de plantas em Maharashtra na Índia, sendo aplicadas as lâminas de 100, 85, 70, 55, 25 e 10% da Evapotranspiração do tanque classe A. Eles obtiveram uma resposta polinomial para a produtividade da água em relação as lâminas e observaram uma produtividade máxima de 10,2 kg m³, concordando com o presente trabalho.

Neste estudo, a maior produtividade foi atingida com aplicação de lamina de irrigação de 88,34 % da ETc, comportamento também observado por Piri e Naserin (2020), quando investigaram diferentes lâminas de irrigação por gotejamento, que variaram entre 50, 75, 100 e

120% da ET_c, aplicados no cultivo da cebola, observaram que a lâmina de 75% da ET_c promoveu a maior eficiência e economia do uso da água, ressaltando que a aplicação de pequenas lâminas diminuem muito a produtividade de bulbos.

Enchalew *et al.* (2016) em estudo de campo na Etiópia, com uso da irrigação deficitária, e utilizando cinco tratamentos de 50, 60, 70, 80 e 90%, da evapotranspiração da cultura, observaram que nas lâminas inferiores a 80% o índice de produtividade tende a uma diminuição significativa.

De acordo com a Tabela 3, o teste de média ($p < 0,05$) não revelou diferença significativa para a variável produtividade da água nas cultivares Texas Grano e IPA-11, no entanto na cultivar IPA-10 foi inferior, atingindo as respectivas médias de produtividade da água de 11,55, 10,83 e 9,82 kg m³.

A variável produtividade da água é sensível aos índices de produtividade, de tal forma que a elevação desse índice tem relação direta com o aumento da produtividade da água quando aplicada a mesma lâmina de irrigação, comportamento comprovado no presente estudo, onde cultivares apresentaram maior produtividade total de bulbos em relação a outras cultivares, sendo este comportamento atribuído ao grau de adaptabilidade das cultivares as condições edafoclimáticas, fato que corrobora com o estudo de Bettoni *et al.* (2016), que verificaram diferença significativa na produtividade total de bulbos entre as cultivares IPA-10 e IPA-11, quando investigaram extração e partição de nutrientes em cultivares de cebola submetidas ao sistema orgânico de produção.

Alguns autores investigaram a cultura da cebola irrigada por gotejamento em diferentes países, utilizaram cultivares distintas e alcançaram índices de produtividade da água, tais como: 3,55 a 5,22 kg m⁻³ Péjic *et al.* (2018), 9,40 a 11,00 kg m⁻³ Tadesse *et al.* (2020) e 3,50 a 6,01 kg m⁻³ Semida *et al.* (2020). Todos estes índices foram inferiores às médias encontradas no atual experimento, demonstrando a boa adaptação das cultivares, indicando que ocorre uma relação satisfatória entre o volume produzido por unidade de área e o volume água durante todo ciclo.

3.4 CONCLUSÃO

As lâminas de irrigação estimadas em 115,25% e 88,34% proporcionaram maiores produtividades total e da água para bulbos de cebola, na ordem de 54,00 t ha⁻¹ e 12,34 kg m³, respectivamente.

As cultivares Texas Grano 502 e Vale Ouro IPA-11 proporcionaram maiores eficiências no uso da água.

REFERÊNCIAS

- ABDELKHALIK, A.; PASCUAL-SEVA, N.; NÁJERA, I.; DOMENE, M. Á.; BAIXAULI, C.; PASCUAL, B. Effect of Deficit Irrigation on the Productive Response of Drip-irrigated Onion (*Allium cepa* L.) in Mediterranean Conditions. **The Horticulture Journal**, v. 88, n. 4, p. 488-498, Aug. 2019.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, Jan. 2013.
- ALVES, D. P.; WAMSER G.H.; ARAÚJO, E.R.; OLIVEIRA, E. R.; LEITE, D. R. Cultivares *In*: NICK, C.; BORÉM, A. **Cebola: do plantio a colheita**. 1 ed. Viçosa: Editora UFV, 2018. v. 1. cap. 5, p. 78-105.
- BAPTESTINI, J. C. M.; OLIVEIRA, R. A.; VIDIGAL, S. M.; PUIATTI, M.; CECON, P. R. Onion productivity in relation to irrigation water depths and nitrogen doses. **Horticultura Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 73-76, Jan/Mar.2018.
- BETTONI, M. M.; MOGOR, A. F.; PAULETTI, V.; SILVA, V. C. P. D.; KOYAMA, R. Export and nutrient partitioning in organic onion. **Revista Ceres**, v. 63, n. 5, p. 683-690, Sept/Out.2016.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 9º ed. Viçosa: Editora UFV, UFV, Viçosa-MG, 2019. 545p.
- BISPO, R. D. C.; QUEIROZ, S. O. P.; OLIVEIRA, G. M.; CARVALHO, A. R. P.; FLORES, D. S. Agronomic performance of onion cultivars under different soil water tensions. **Irriga**, v. 22, n. 3, p. 485-496, Jul/ Sep 2017.
- ENCHALEW, B.; GEBRE, S. L.; RABO, M., HINDAYE, B.; KEDIR, M.; MUSA, Y.; SHAFI, A. Effect of deficit irrigation on water productivity of onion (*Allium cepa* L.) under drip irrigation. **Irrigation & Drainage Systems Engineering**, v. 5, n. 172, p. 2, Sep.2016.
- FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes: An R package for ANOVA and experimental designs. **Applied Mathematics**, 5, 2952-2958.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - Produção agrícola municipal 2018. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: fev. 2020.

MAROUELLI, W. A.; COSTA, E. L.; SILVA, H. R. **Irrigação da cultura da cebola**. 1.ed. Brasília: Embrapa Hortaliças. 2005. 17p.

MELLO, G. A. B. D.; CARVALHO, D. F. D.; MEDICI, L. O.; SILVA, A. C.; GOMES, D. P.; PINTO, M. F. Organic cultivation of onion under castor cake fertilization and irrigation depths. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 40, Jan/May .2018.

PEJIĆ, B.; MAČKIĆ, K.; RANDJELOVIĆ, P.; VALTNER, I.; GVOZDANOVIĆ-VARGA, J.; BEZDAN, A. Effects of Surface and Subsurface Drip Irrigation on the Yield, Vegetative Growth and Water Productivity of Onions. **Contemporary Agriculture**, v. 67, n. 2, p. 149-156, Aug. 2018.

PIRI, H.; NASERIN, A. Effect of different levels of water, applied nitrogen and irrigation methods on yield, yield components and IWUE of onion. **Scientia Horticulturae**, v. 268, p. 109361, Jun. 2020.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; YURI, J. E. Rendimentos e Classificação de Bulbos de Cultivares de Cebola em Função dos Níveis de Nitrogênio. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.10, n 3, p.605-613, Ago. 2016.

RIAZ, M.; MAHMOOD, R.; KHAN, S. N.; HAIDER, M. S.; RAMZAN, S. Onion tip burn: Significance, and response to amount and form of nitrogen. **Scientia Horticulturae**, v. 261, p. 108773, Mar. 2020.

ROP, D. K.; KIPKORIR, E. C.; TARANGO, J. K. Effectd of deficit irrigation on yield and quality of onion crop. **Journal of Agricultural Science**. v. 8, n. 3, p 112- 126. Feb. 2016.

SANTOS, H. G., JACOMINE, P. K. T., ANJOS, L. H. C., OLIVEIRA, V. A., LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., ALMEIDA, J. A., ARAÚJO FILHO, J. C., OLIVEIRA, J. B. E CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa Solos 2018. 355 p.

SEMIDA, W. M.; ABDELKHALIK, A.; RADY, M. O.; MAREY, R. A.; EL-MAGEED, T. A. A. Exogenously applied proline enhances growth and productivity of drought stressed onion by improving photosynthetic efficiency, water use efficiency and up-regulating osmoprotectants. **Scientia Horticulturae**, v. 272, Oct. 2020.

SINGH, A.; SRIVASTAVA, S. K.; KUMAR, K. J.; DENIS, D. M.; THOMAS, A. Yield, irrigation production efficiency and economic return of onion under variable irrigation methods. **The Allahabad Farmer**, v. 73, n. 1, Aug.2017.

SOUZA, M. A.; MESQUITA, A. C.; SIMOES, W.L.; YURI, J. E. Rendimento e qualidade da cebola cultivada em condições Semiáridas sob diferentes sistemas de irrigação. **Magistra**, v. 29, N.1, p. 64-70, Jan-Mar. 2017.

TADESSE, K. B.; HAGOS, E. Y.; TAFESSE, N. T.; DINKA, M. O. Water productivity under deficit irrigation using onion as indicator crop. **Journal of Water and Land Development**. n. 45, p. 171–178, Aug.2020.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise do solo**. 3. Ed. Brasília: Embrapa Solos, 2017. 577 p.

TEMESGEN, T.; AYANA, M.; BEDADI, B. Evaluating the effects of deficit irrigation on yield and water productivity of furrow irrigated Onion (*Allium cepa* L.) in Ambo, Western Ethiopia. **Irrigation & Drainage Systems Engineering**, v. 7, n. 203, p. 2, Feb. 2018.

WAKCHAURE, G. C.; MINHAS, P. S.; MEENA, K. K.; SINGH, N. P.; HEGADE, P. M.; SORTY, A. M. Growth, bulb yield, water productivity and quality of onion (*Allium cepa* L.) as affected by deficit irrigation regimes and exogenous application of plant bio-regulators. **Agricultural Water Management**, v. 199, p. 1-10, Feb. 2018.

WERNER, H.; ALVES, D. P.; WAMSER, G. H.; SCHMITT, D. R. Colheita, pós-colheita e comercialização. In: NICK, C.; BORÉM, A. **Cebola: do plantio a colheita**. 1 ed. Viçosa: Editora UFV, 2018. v. 1. cap. 10, p. 201-216.

4 PRODUTIVIDADE DA ÁGUA PARA PRODUÇÃO COMERCIAL DE BULBOS DE CEBOLA SUBMETIDOS A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

RESUMO

O uso da irrigação aliado a cultivar adequada podem promover produtividade comercial de bulbos, que é essencial para o sucesso econômico da atividade olerícola. Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação aplicadas via gotejamento na produtividade da água para produção de bulbos comerciais de diferentes cultivares de cebola. Para tanto, estudaram-se cinco lâminas de irrigação correspondentes a 50; 75; 100; 125 e 150% da evapotranspiração da cultura e três cultivares (Franciscana IPA-10, Vale Ouro IPA-11 e Texas Grano 502), perfazendo um esquema fatorial 5 x 3, em um delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. As lâminas de irrigação estimadas em 116 e 94% da ETc proporcionaram maiores produtividade comercial de bulbos e da água para bulbos comerciais, na ordem de 53,86 t ha⁻¹ e 11,88 kg m⁻³, respectivamente. A cultivar IPA 10 proporcionou índices agrônômicos inferiores nas variáveis produtividade comercial e massa média de bulbos comerciais.

Palavras-chave: *Allium cepa* L. Genótipos. Evapotranspiração da cultura.

ABSTRACT

The use of irrigation coupled with the proper cultivar can promote commercial bulb productivity, which is essential for the economic success of the horticultural activity. The objective was to evaluate the effect of different irrigation depths applied via drip and different onion cultivars, on the yield of commercial onion bulbs. To this end, five irrigation depths (50; 75; 100; 125; 150% of the crop evapotranspiration) and three cultivars (Franciscana IPA-10, Vale Ouro IPA-11 and Texas Grano 502) were studied, making up a factorial scheme 5 x 3, in a randomized block design with four replications. The irrigation depths estimated at 116 and 94% of ETc provided higher commercial bulb productivity and water productivity for commercial bulbs, in the order of 53.86 t ha⁻¹ and 11.88 kg m⁻³, respectively. The cultivar IPA 10 provided lower agronomic indices in the variables commercial productivity and average mass of commercial bulbs.

Keywords: *Allium cepa* L. Genotypes. Crop evapotranspiration.

4.1 INTRODUÇÃO

A cebola (*Allium cepa* L.) é considerada um dos vegetais de maior importância em valor econômico mundialmente, com produção de 97.862.931 toneladas em 2017 (FAO, 2019). Mundialmente a China e a Índia são os maiores produtores com, aproximadamente, 48% da produção mundial de cebola.

O Brasil ocupa a décima segunda posição (FAO, 2019), com uma produção de 1.719.412 toneladas, representando 1,8% da produção mundial e 40% da produção da América do Sul, destacando-se regionalmente em maior escala o Sul e o Sudeste, com 48,42 e 23,64 % da produção nacional, seguido da região Nordeste, tendo como destaque os estados da Bahia e Pernambuco, que juntos respondem por quase 19,11 % da produção nacional (IBGE, 2020).

A agricultura irrigada atual busca a migração para sistemas de irrigação que tenham maior produtividade da água e melhor economia no consumo de água, visando com isso evitar as perdas e aumentar a eficiência da irrigação das culturas. A irrigação por gotejamento vem ganhando destaque por apresentar uma grande adaptabilidade a diversos tipos de relevo e precisão na irrigação das culturas, diminuindo o desperdício de água e aumentando a produtividade dos cultivos (PARIS *et al.*, 2018; PIRI; NASERIN, 2020).

Bulbos de cebola nas classes 2 e 3 (35 a 70 mm de diâmetro) possuem maior aceitação para uso doméstico no mercado nacional e possuem maior valor comercial agregado, entretanto, para utilização em restaurantes e cozinhas industriais são utilizados bulbos com diâmetro maiores (WERNER *et al.*, 2016).

Resende, Yuri e Costa (2018) e Bispo *et al.* (2017) reportam que lâminas de irrigação, flutuações na disponibilidade hídrica, cultivares, espaçamento e manejo nutricional podem influenciar no diâmetro dos bulbos e consequentemente no seu valor comercial, sendo que bulbos com diâmetro inferior a 35 mm não são pretendidos pelos consumidores. A irrigação por gotejamento apresenta boa aceitabilidade entre produtores de bulbos de cebola, por apresentar alta frequência e baixa intensidade, resultando em menor estresse hídrico para as plantas proporcionando maior produtividade (PIRI; NASERIN, 2020).

Desta forma, objetivou-se avaliar o efeito das diferentes lâminas de irrigação por gotejamento aliado a diferentes cultivares de cebola, visando definir a lâmina de irrigação e a cultivar que proporcionem maior produtividade comercial de bulbos de cebola.

4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi implantado no Campo experimental das ciências agrárias da Universidade Federal de Sergipe, denominado “Campus Rural” situado nas coordenadas (10°55’S e 37°11’O) e altitude de 18 metros em relação ao nível médio do mar, no município de São Cristóvão – Sergipe. O solo da região é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico (Santos *et al.*, 2018). A região possui um clima de acordo com a classificação de Köppen, As’, tropical chuvoso, com verão seco e pluviometria em torno de 1200 mm anuais, com chuvas concentradas (70%) entre os meses de abril a setembro (ALVARES *et al.*, 2013).

Para implantação do experimento, foram coletadas na área a ser implantada 20 amostras simples, de forma aleatória, na profundidade de 0-20 cm, formando uma amostra composta de 0,5 kg, armazenada em uma sacola plástica e enviada para análise química no ITPS – Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe. O solo foi classificado como Ultisol (Santos *et al.*, 2018), sendo os atributos químicos na camada de 0 a 0,20 m, analisados segundo metodologias descritas por Teixeira *et al.* (2017) (Tabela 4).

Tabela 4 - Composição química do solo utilizado no experimento

pH	M.O.	Na ⁺	K	P	PST	V	Ca ²⁺	Al ³⁺	Mg ²⁺	H + Al	SB	CTC
H ₂ O	g.dm ⁻³	Mg.dm ⁻³			%		cmol _c .dm ⁻³					
6,33	11,70	3,30	27,10	12,60	0,38	61,60	1,28	<0,08	0,93	1,43	2,29	3,72

MO: Matéria Orgânica; SB: Soma de Bases Trocáveis; CTC: Capacidade de Troca de Cátions; PST: Porcentagem de Sódio Trocável; V: Índice de Saturação de Bases; WB: Método Walkley-Black; SMP: Shoemaker, Mac lean e Pratt

A área de cultivo foi dividida em duas etapas, sementeira e área definitiva. Primeiramente foi realizada a técnica de aração do solo na profundidade de 20 cm para inversão de camadas. Nesta etapa o calcário dolomítico e a matéria orgânica (em forma de esterco) foram incorporados ao solo. O calcário na dose de 680 kg ha⁻¹ a fim de elevar a saturação por bases a 80%, e a matéria orgânica na quantidade de 20 toneladas por hectare. Posteriormente será realizado o nivelamento do solo com uso da grande niveladora e em seguida foram construídos os canteiros com rotoencanteirador mecânico, na largura de 1,20 m e altura de 20 cm, onde foi realizado o semeio e consequentemente o transplântio da cultura.

As sementes foram distribuídas nos canteiros e em sulcos com profundidade de 5 mm e distanciados 15 cm entre si. Cada sulco possuiu 1,20 m de comprimento onde foram

distribuídas uniformemente 80 sementes por sulco, visando assim uma boa germinação e uniformidade no desenvolvimento vegetativo das mudas, em seguida as sementes foram cobertas com solo.

O experimento foi realizado em blocos casualizados, com tratamentos arranjos em esquema fatorial 5 x 3, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram na combinação de cinco lâminas de irrigação (50; 75; 100; 125; 150% da evapotranspiração da cultura) e quatro cultivares de cebola (IPA 10, IPA 11 e Texas Grano 502).

Cada parcela experimental foi constituída por um canteiro com dimensões de 1,20 m de comprimento por 1,20 m de largura, contendo 10 fileiras de plantas espaçadas em 0,10 m, a densidade de plantas variou conforme o fator espaçamento entre plantas. A parcela útil foi formada por 25 plantas, localizadas na parte central da parcela, desconsiderando as plantas das extremidades das fileiras.

As irrigações diárias foram realizadas utilizando-se tubos gotejadores com emissores espaçados de 0,30 m e vazão de 1,8 L h⁻¹. Em cada faixa (canteiro) foram instalados 3 (três) tubos gotejadores espaçados 0,30 m. As linhas de gotejadores foram conectadas à linha de derivação de polietileno, tendo em cada início de linha lateral um registro para eventual controle.

Para o controle da pressão de serviço, foi utilizado um manômetro analógico que foi regulado manualmente através de registro de gaveta, que foi de 1,8 bar (25,6 psi).

As lâminas de irrigação para cada tratamento foram obtidas mediante diferentes tempos de funcionamento das linhas laterais. Esse tempo foi obtido através do cálculo pela equação 1.

$$T = \frac{Li \cdot Ep \cdot El}{q} \quad (1)$$

em que:

T = Tempo de irrigação para cada tratamento, h;

Li = Lâmina de irrigação para cada tratamento, mm;

Ep = Espaçamento entre plantas para cada tratamento, m;

El = Espaçamento entre linhas (0,30 m);

q = Vazão média dos gotejadores, L h⁻¹.

As lâminas de irrigação aplicadas foram obtidas através de dados meteorológicos, aferidos por estação meteorológica automática. Através do software de domínio livre,

disponibilizado pela FAO, denominado ET₀ Calculator, baseado no método de Penman Monteith-FAO, foi obtida a Evapotranspiração de Referência diária.

De posse da estimativa da ET₀ multiplicada pelo coeficiente da cultura da cebola (Kc) proposto por Marouelli, Costa e Silva (2005) foi obtida a lâmina líquida, os valores de Kc recomendados para cada estágio de desenvolvimento da cultura, com uso da irrigação por gotejamento foram 0,60; 0,80; 0,95 e 0,65.

A colheita foi realizada quando, em média, 70% das plantas estiveram em estado de tombamento/estalo. Foram colhidas, para fins de avaliação, 25 plantas que, posteriormente, foram submetidas ao processo de cura, em seguida, o corte da parte aérea e raízes (Werner *et al.*, 2018).

Foi avaliada a produtividade comercial de bulbos (PCB), sendo classificados conforme a Portaria Ministerial nº 529, de 18 de agosto de 1995 (BRASIL, 1995), usando o diâmetro como critério para a classificação, descrito no Quadro 2.

Quadro 2 - Classificação dos bulbos de acordo com diâmetro transversal

CLASSES	DIÂMETRO TRANSVERSAL DO BULBO (mm)
1	≤ 35
2	> 35 até 50
3	> 50 até 70
4	> 70 até 90
5	> 90

Fonte: Adaptado de Brasil, 1995.

A norma estabelece que bulbos acima de 35 mm de diâmetro transversal estão categorizados como comerciais. A produtividade comercial de bulbos foi obtida pela razão da produção da massa de bulbos pela área, expressa em t ha⁻¹.

A variável massa média de bulbos comerciais foi obtida pela razão da produção comercial da parcela, pelo número de bulbos comercializáveis, expressa em g bulbo⁻¹;

A produtividade da água para bulbos comerciais (PAC) foi determinada pela razão entre a produção de bulbos comerciais na parcela útil e o respectivo volume de água fornecido, em cada tratamento, expressa em kg m⁻³.

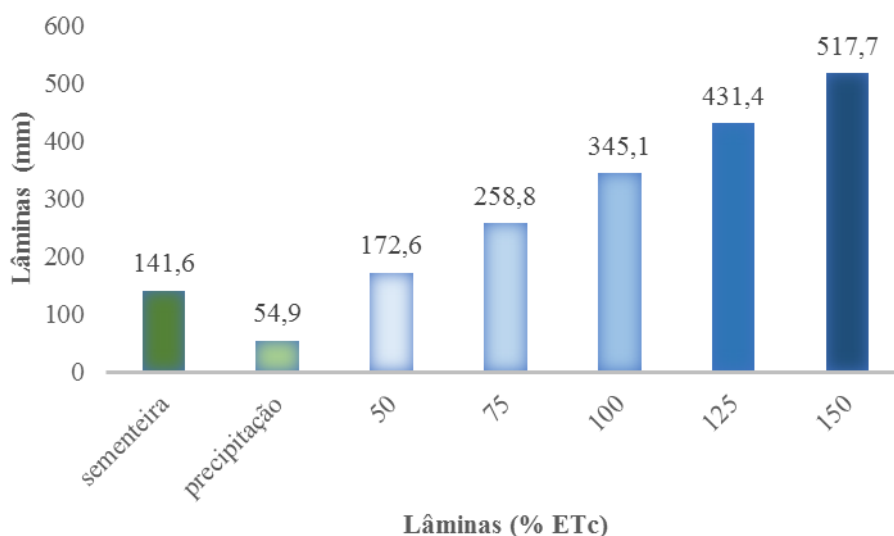
Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e posteriormente a análise de variância com o auxílio do software estatístico R (R Core Team, 2019) através do pacote “ExpDes.pt” as variáveis afetadas significativamente aos níveis de 1 e 5% de probabilidade

pelos tratamentos foram analisadas por teste de média (Tukey) e/ou regressão e gerados gráficos (Ferreira *et al.*, 2014).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fator lâmina de irrigação foi detalhado na Figura 5, o mesmo permaneceu sem diferenciação de lâminas durante os primeiros 40 dias na área da sementeira, precipitação efetiva durante o ciclo completo e as lâminas de irrigação aplicadas após o 40º dia de acordo com as porcentagens da ETc, aplicados por gotejamento e posteriormente o total, composto pela soma de toda a água no ciclo.

Figura 5 - Detalhamento do fator lâmina de irrigação durante a condução do experimento - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



As lâminas diferenciadas, aplicadas via gotejamento, foram de 172,6, 258,8, 345,1, 431,4 e 517,7 mm, correspondentes a 50; 75; 100; 125; 150% da ETc, respectivamente, somado com a lâmina acumulada na sementeira e a precipitação, atingiram lâminas totais de 369,1, 455,3, 541,6, 627,9 e 714,2 mm no ciclo (Figura 5).

Oliveira e Turco (2019) avaliaram produtividade da cultura da cebola, com diferentes métodos de evapotranspiração de referência, e concluíram que não diferenciaram na produtividade, pelo Método de Penman-Montetith e estimaram a lâmina na ordem de 312,2

mm, contabilizado pós transplântio, para a lâmina de 100% da evapotranspiração de referência, resultado semelhante ao presente estudo.

Na análise de variância (Tabela 5) verificou-se efeito significativo ($p < 0,01$) para os fatores produtividade comercial, produtividade da água e massa média de bulbos comerciais de cebola, isoladamente, lâmina de irrigação e cultivares para as variáveis analisadas. Não foi verificado até o nível de 5% de probabilidade na interação dos fatores para as variáveis.

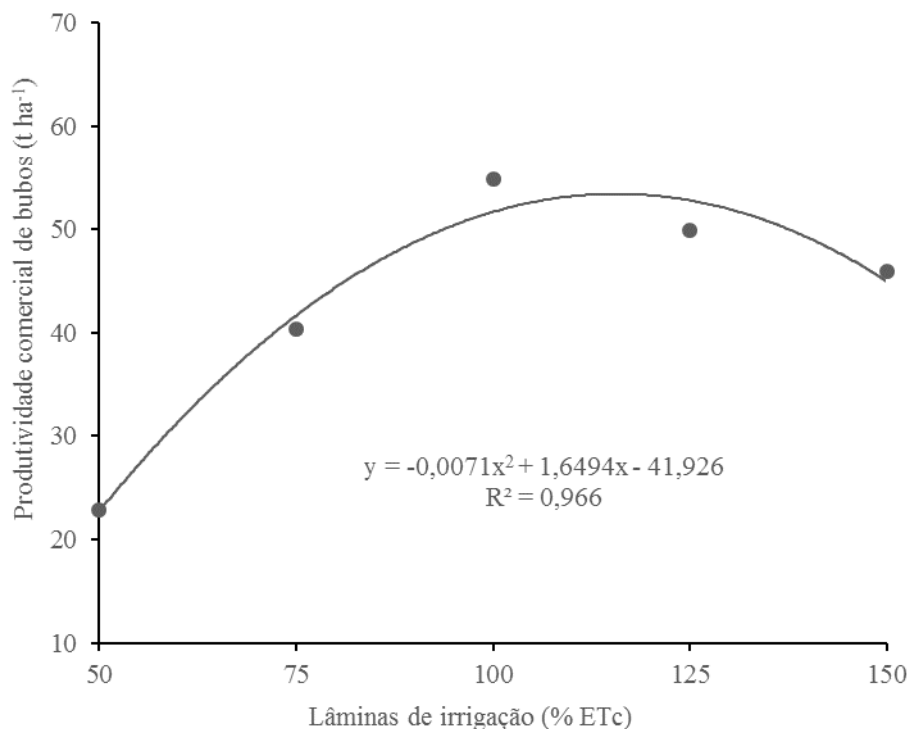
Tabela 4 - Resumo das análises de variância e de regressão para produtividade comercial de bulbos (PCB), massa média de bulbos comerciais de cebola (MMC) e produtividade da água para bulbos comerciais (PAC) de três cultivares de cebola submetidas a diferentes lâminas de irrigação- São Cristóvão - SE, UFS, 2019

Fontes de variação	GL	Soma de quadrados		
		PCB	MMC	PAC
Bloco	3	41,9 ^{ns}	17,7 ^{ns}	226,21 ^{ns}
Lâmina	4	7311,5 ^{**}	6097,2 ^{**}	11612,1 ^{**}
Cultivar	2	563,4 ^{**}	2312,4 ^{**}	2324,8 ^{**}
Lâmina*Cultivar	8	288,2 ^{ns}	553,9 ^{ns}	1047,4 ^{ns}
Resíduo	42	1115,5	1712,6	3981,8
CV	-	10,16	10,17	12,09
Média Geral	-	42,77	61,84	10,74
Lâmina	(4)	7311,5 ^{**}	6097,2 ^{**}	11612,1 ^{**}
Linear	1	3.723,8790 ^{ns}	3.484,8510 ^{ns}	332,4006 ^{ns}
Quadrática	1	3.338,9350 ^{**}	2.294,2260 ^{**}	9834,2280 ^{**}
Desvio	2	248,7019 ^{**}	318,0888 ^{**}	1445,4410 ^{**}

^{ns}: não significativo, *: significativo a 5 % de probabilidade, **: significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F, GL: Graus de liberdade

A máxima produtividade comercial de bulbos de cebola foi de 53,86 t ha⁻¹, quando se aplicou lâmina estimada em 116,15% da ETc (Figura 6). Conforme a análise de regressão, a equação adequou-se a um modelo quadrático ($p < 0,01$), explicando 96% dos dados. Baptestini *et al.* (2018), avaliando produtividade de cebola em relação as lâminas de irrigação e doses de nitrogênio, observaram o incremento linear da produtividade comercial de bulbos de cebola com o aumento da lâmina aplicada que variou de 0 a 150% ETc, diferindo do presente estudo onde alcançou-se um ponto de inflexão, podendo-se inferir, que para as condições edafoclimáticas locais existe uma lâmina que proporciona produtividade máxima e que aplicações superiores de água podem causar diminuição da produtividade, como também foi visto por Oliveira *et al.* (2019) e Silva *et al.* (2019) para outras olerícolas.

Figura 6 - Médias de produtividade comercial de bulbos de cebola (t ha^{-1}), em função das porcentagens das lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



Carvalho, Ribeiro e Gomes (2018) estudaram produtividade comercial da cultura da cebola submetida a diferentes lâminas de irrigação (0, 22, 45, 75 e 100% da ETc), em Seropédica-RJ, e verificaram um incremento linear na produtividade entre 25,19 e 41,29 t ha^{-1} nas lâminas de 50 e 100% da ETc, respectivamente, corroborando com o presente estudo que, na mesma faixa, proporcionou resultados semelhantes, sendo eles: 22,79 t ha^{-1} (50% da ETc) e 52,01 t ha^{-1} (100% da ETc), indicando que a cultura da cebola é sensível ao déficit hídrico, sendo possível verificar ainda que na faixa entre 50 a 100% da ETc ocorreu um acréscimo de produtividade na ordem de 170 kg ha^{-1} para cada milímetro de reposição da evapotranspiração, desconsiderando a sementeira e precipitação que foram iguais.

Bispo *et al.* (2017) avaliaram diferentes tensões de água no solo e cultivares de cebola, em Juazeiro-BA, e observaram que tensões maiores de água no solo afetam o desempenho dos genótipos de cebolas ocasionando um decréscimo na produção comercial de bulbos, sendo observado que tanto o fator escassez quanto excesso de água no solo afetam o desempenho comercial de bulbos, fator este observado no presente trabalho,

De acordo com a (Tabela 6), foi possível verificar efeito significativo a nível de 5 % de probabilidade para as Cultivares Texas Grano-502 e IPA-11 da produtividade Comercial de

bulbos, com relação aos fatores lâminas de irrigação e cultivares. Todavia, com relação a interação entre fatores, não foi significativo até 5% de probabilidade

Tabela 5 - Valores médios de produtividade comercial de bulbos (PCB), massa média de bulbos comerciais (MMC), e produtividade da água para bulbos comerciais de bulbos de cebola (PAC) - São Cristóvão - SE, UFS, 2019

Cultivares	PCB (kg ha ⁻¹)	MMC (g bulbo ⁻¹)	PAC (kg m ³)
IPA10	38,726 b	55,811 c	9,2025 b
IPA11	43,4485 a	61,591 b	10,153 ab
TXG-502	46,14 a	70,882 a	10,736 a

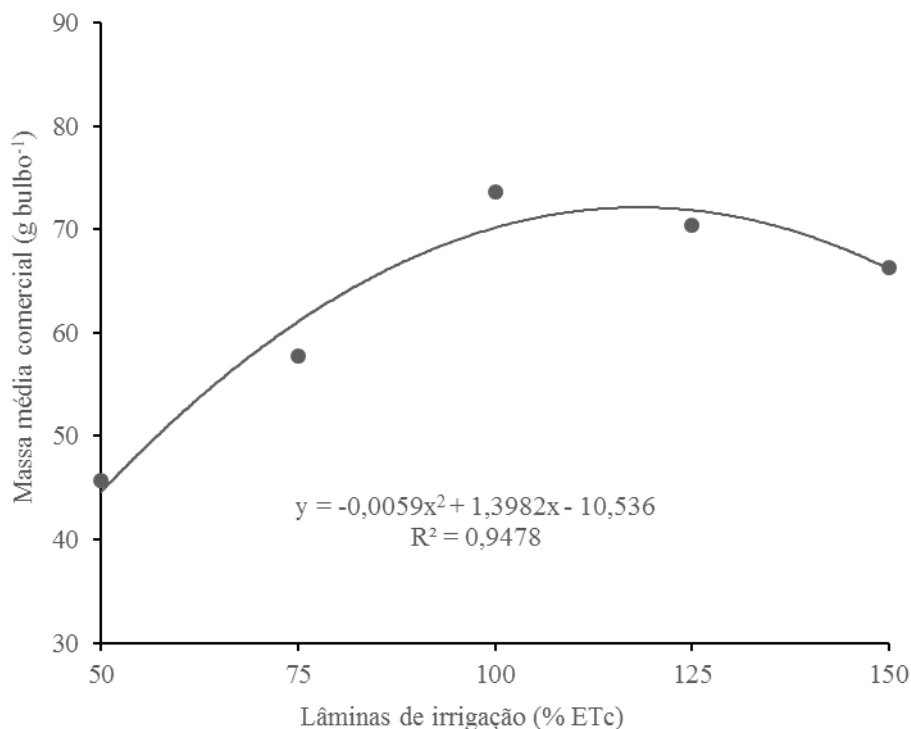
Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Resende, Yuri e Costa (2018) avaliaram cultivares de cebolas e produtividade comercial de bulbos, no Campo Experimental de Bebedouro, em Juazeiro da Bahia-BA, com cinco cultivares de cebolas, entre elas a IPA-10 e IPA-11, utilizadas no trabalho de campo, e observaram que houve diferença de produtividade entre as cultivares, fator este observado no presente estudo.

Bispo *et al.* (2017) observaram que houve diferença de produtividade comercial entre as cultivares, corroborando com o presente estudo, que a produtividade da cultivar IPA-10 foi inferior as demais, isso pode ser atribuído a fatores genéticos e grau de adaptabilidade distintas assim como características inerentes a cultivar, tal como relação formato, onde algumas cultivares têm a característica de possuir diâmetro superior a altura, fator preponderante para classificação, haja visto que para classificação comercial é atribuído o diâmetro superior a 35mm.

Foi possível notar que o houve ponto de inflexão para a variável massa média de bulbos comerciais (Figura 7) quando se aplicou 118,48% da ETc, atingindo 72,29 g bulbo⁻¹ apresentando comportamento quadrático (P<0,01), representando 94,7 % do total dos dados.

Figura 7 - Média de massa média de bulbos comerciais em função das porcentagens das lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



Vilas Boas *et al.* (2014) observaram um comportamento polinomial quadrático quando avaliaram rendimentos da cultura da cebola submetidos a níveis de água de 50 a 200% da ETc, em Lavras- MG, baseados na evapotranspiração do tanque classe A concordando com o presente estudo. Foi possível inferir que as lâminas aplicadas tiveram influência direta no aumento do diâmetro, e que a variação na altura da lâmina pôde influenciar na classificação comercial de bulbos.

De acordo com (BRASIL, 1995), os consumidores brasileiros têm preferência por bulbos com diâmetro que variam de 35 a 70 mm, que possuem uma maior aceitação.

Costa (2000) relata que o consumidor tem preferência por bulbos entre 80 a 100 gramas de peso. A variável de massa média de bulbos comerciais é sensível ao incremento da lâmina, pôde-se observar que o incremento de 50 a 100 mm da ETc proporcionou um aumento de 25 mm de diâmetro, esse fato é importante para a tendência de valorização comercial, e lâminas superiores a 118,48 mm podem acarretar na diminuição do peso de bulbos comerciais, devido o menor acúmulo de fitomassa.

Carvalho, Ribeiro e Gomes (2018) investigaram produtividade comercial de bulbos de cebola e lâminas de irrigação de acordo com a ETc, em Seropédica, RJ, e concluíram que o incremento das lâminas resultou em influencia diretamente proporcional na porcentagem de

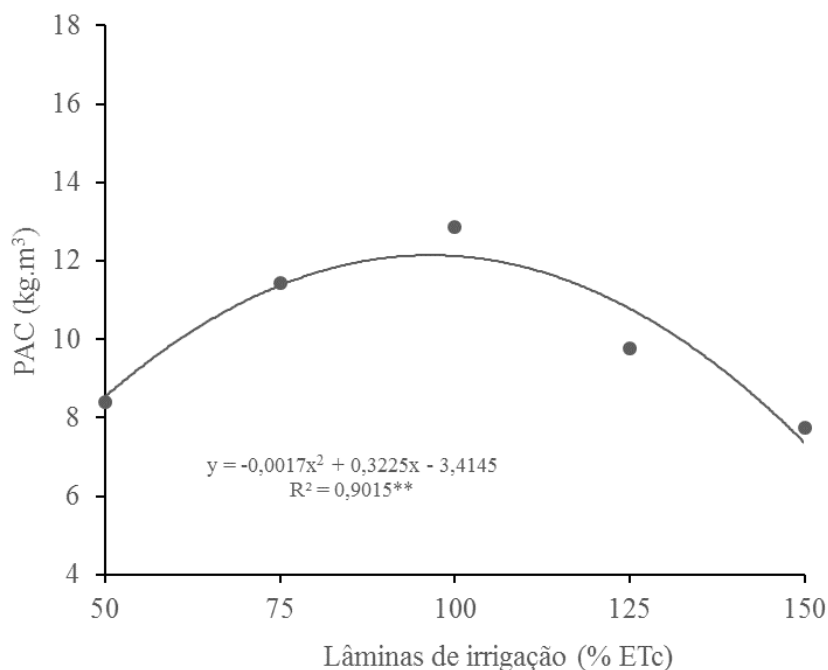
bulbos classificados com diâmetros superiores, resultando em uma massa média de bulbos comerciais maior, fato que corrobora com o presente estudo e na mesma amplitude dos dados, podendo-se inferir que a lâmina é fator preponderante caso o produtor queira atingir diâmetros e pesos que proporcionem maior valor agregado para sua produção.

Foi possível observar na Tabela 6, que a cultivar Texas grano atingiu massa média comercial superior as demais cultivares a 5 % de probabilidade, na ordem de 70,88 g bulbo⁻¹, já a cultivar IPA-10 foi inferior as demais com massa média de 55,81 g bulbo⁻¹. Esse comportamento pôde ser atribuído às diferenças de adaptação as condições edafoclimáticas, esse fator tem grande impacto na escolha do consumidor, sendo importante na escola do material genético ser cultivado.

Resende, Costa e Yuri (2016) e Bispo *et al.* (2017) observaram diferenças nos pesos médios de cultivares submetidas a tensões de água no solo, e evidenciaram a importância de desempenho agrônômico de cultivares com relação a lâminas, fato que corrobora com o presente estudo, sendo possível inferir que o material genético é importante na implementação de cultivos de cebola com déficit hídrico, afim de atingir maiores produtividades.

A máxima produtividade da água para bulbos comerciais foi de 11,88 kg m³ quando se aplicou lâmina estimada em 94,85% da ETc (Figura 8). Conforme a análise de regressão, a equação adequou-se a um modelo quadrático ($p < 0,01$), explicando 96% dos dados. Alguns autores, tais como, Esmaeilzadeh, Asgharipour e Khoshnevisan (2020) e Sarma, Kotoky e Bora (2019), enfatizaram a necessidade de quantificar o volume total de água utilizado em determinada cultura e relataram que na cadeia produtiva da cebola tem-se um consumo de água de 154,62 e 192,00 m³ t⁻¹, respectivamente.

Figura 8 - Produtividade da água para bulbos comerciais em função das porcentagens das lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura - São Cristóvão - SE, UFS, 2019



Temesgen, Ayana e Bedadi (2018) avaliaram os efeitos do déficit da reposição de água em diferentes estádios de desenvolvimento na produtividade na cultura de cebola na Etiópia e verificaram que a lâmina de 100% da ETc proporcionou os melhores índices de produtividade total, em contrapartida foi a lâmina de irrigação que alavancou a menor produtividade da água, na ordem de 7.7 kg m^{-3} , com a aplicação de 50% da ETc, alcançaram médias de $37,8 \text{ t ha}^{-1}$, e maior produtividade da água, atingindo média de 14.9 kg m^{-3} , concluindo que a restrição de água pode aumentar a produtividade da água e podem ser aplicadas lâminas menores de 100 % da ETc, onde a água é fator limitante.

Kifle *et al.* (2017) estudaram eficiência de irrigação e produtividade da água na cultura da cebola, no Norte da Etiópia, com irrigação por sulco e obtiveram maiores valores de produtividade variando de $1,96$ a $2,55 \text{ kg m}^{-3}$, com produtividade de $13,208 \text{ kg ha}^{-1}$. Valores inferiores de produtividade da água em cebola foram encontrados neste estudo que pode estar relacionado ao sistema de irrigação.

Mebrahtu, Woldemichael e Habtu (2018) estudaram déficit de irrigação por sulco, na produtividade da cebola, no norte da Etiópia, com lâminas que variando de 40 a 100% da ETc, e observaram que com o aumento da lâmina de irrigação ocorreu um decréscimo na produtividade de bulbos não comercializáveis e um aumento da produtividade da água, contrapondo o atual trabalho que houve um incremento da produtividade da água quando

incrementou-se a lâmina de 50 a 94% na ordem de 8,46 a 11,88 kg m⁻³, e uma redução a partir dessa lâmina até o patamar de 6,71 kg m⁻³ com a lâmina de 150%.

Conforme a (Tabela 6) foi possível observar que a produtividade da água para a cultivar Texas Grano-502 foi superior a IPA-10 ao nível de 5% de probabilidade, entretanto, a cultivar IPA-11 não se diferenciou das demais cultivares estudadas, pois através dela é possível organizar um planejamento para o uso da água para produção dos bulbos com potencial de comercialização, agregando com isso valores comerciais para os produtores, e oferecendo produtos de qualidades em exigências comerciais ao mercado consumidor.

Notou-se que em diferentes estudos, Bispo *et al.* (2017) e Resende, Costa e Yuri (2016), que a aplicação da mesma lâmina em cultivares distintas proporcionou produtividades diferentes, fator atribuído ao potencial genético associado as condições edafoclimáticas. Este comportamento condiciona as cultivares desenvolverem características diferentes com maior ou menor incremento de fitomassa, tornando-se fonte de variação para a produtividade da água, haja visto que, é o fator que proporciona a diferença, já que o volume de água aplicado é o mesmo para cada lâmina.

4.4 CONCLUSÃO

As lâminas de irrigação estimadas em 116 e 94% da ETc proporcionaram maiores produtividades comercial de bulbos e da água para bulbos comerciais, na ordem de 53,86 t ha⁻¹ e 11,88 kg m⁻³, respectivamente.

Os valores extremos da lâmina de irrigação aplicada foram prejudiciais a massa média de bulbos comerciais.

A cultivar IPA 10 proporcionou menores produtividade comercial de bulbos e massa média comercial.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; MORAES, J.L.M.; SPAROVEK, AMUNDSON, R.; BERHE, A. A.; HOPMANS, J. W.; OLSON, C.; SZTEIN, A. E.; SPARKS, D. L. Soil and human security in the 21st century. **Science**, v. 348, n. 6235, p. 647-653, May. 2015.
- BAPTESTINI, J. C. M.; OLIVEIRA, R. A.; VIDIGAL, S. M.; PUIATTI, M.; CECON, P. R. Onion productivity in relation to irrigation water depths and nitrogen doses. **Horticultura Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 73-76, Jan/Mar.2018.
- BISPO, R. D. C.; QUEIROZ, S. O. P.; OLIVEIRA, G. M.; CARVALHO, A. R. P.; FLORES, D. S. Agronomic performance of onion cultivars under different soil water tensions. **Irriga**, v. 22, n. 3, p. 485-496, Jul/Sep.2017.
- BRASIL. 1995. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Portaria Ministerial n.º 529, de 18 de agosto de 1995.
- CARVALHO, D. F. D.; RIBEIRO, E. C.; GOMES, D. P. Marketable yield of onion under different irrigation depths, with and without mulch. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 2, p. 107-112, Feb.2018.
- COSTA, N. D.; RESENDE, G. M.; DIAS, R. D. Evaluation of onion cultivars at Petrolina-PE. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n. 1, p. 57-60, 2000.
- ESMAEILZADEH, S.; ASGHARIPOUR, MR.; KHOSHNEVISAN, B. -Avaliação da pegada hídrica e do ciclo de vida da produção de cebola comestível - Um estudo de caso no Irã. **Scientia Horticulturae**, v. 261, p. 108925, Feb.2020.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Water for Sustainable Food and Agriculture**. A report produced for the G20 Presidency of Germany. Rome, 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i7959e.pdf>>. Acesso em: fev 2019.
- FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes: An R package for ANOVA and experimental designs. *Applied Mathematics*, 5, 2952-2958.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - Produção agrícola municipal 2018. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: fev. 2020.

KIFLE, M.; GEBREMICAEL, T. G.; GIRMAY, A.; GEBREMEDIHIN, T. Effect of surge flow and alternate irrigation on the irrigation efficiency and water productivity of onion in the semi-arid areas of North Ethiopia. **Agricultural water management**, v. 187, p. 69-76, Jun.2017.

MAROUELLI, W. A.; COSTA, E. L.; SILVA, H. R. **Irrigação da cultura da cebola**. 1.ed. Brasília: Embrapa Hortaliças. 2005. 17p.

MEBRAHTU, Y.; WOLDEMICHAEL, A.; HABTU, S. Response of onion (*Allium cepa* L.) to deficit irrigation under different furrow irrigation water management techniques in Raya Valley, Northern Ethiopia. **African Journal of Plant Science**, v. 12, n. 5, p. 105-113, May.2018.

OLIVEIRA, P. J. D.; TURCO, J. E. P. Two evapotranspiration reference estimation methods and water stress index in irrigated onion. **Irriga**, v. 24, n. 2, p. 352-366, 2019.

OLIVEIRA, R. M. D.; OLIVEIRA, R. A. D.; VIDIGAL, S. M.; OLIVEIRA, E. M. D.; GUIMARÃES, L. B.; CECON, P. R. Production and water yield of cauliflower under irrigation depths and nitrogen doses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 8, p. 561-565, Jul/Ago.2019.

PARIS, P.; DI MATTEO, G.; TARCHI, M.; TOSI, L.; SPACCINO, L.; LAUTERI, M. Precision subsurface drip irrigation increases yield while sustaining water-use efficiency in Mediterranean poplar bioenergy plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 409, p. 749-756, Feb. 2018.

PIRI, H.; NASERIN, A. Effect of different levels of water, applied nitrogen and irrigation methods on yield, yield components and IWUE of onion. **Scientia Horticulturae**, v. 268, p. 109361, Jun. 2020.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; YURI, J. E. Phosphorus levels on yield and postharvest storage of onion cultivars. **Revista Ceres**, v. 63, n. 2, p. 249-255, Mar/Apr. 2016.

RESENDE, G. M.; YURI, J. E.; COSTA, N. D. Levels of potassium on yield and postharvest storage of onion cultivars. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 5, p. 2944. Jul/Ago. 2018.

SARMA, B.; KOTOKY U.; BORA, S. S. Water footprint of horticultural crops. **International Journal of Chemical Studies**, 7: 725-732, 2019.

SILVA, C. J. D., FRIZZONE, J. A., SILVA, C. A. D., GOLYNSKI, A., SILVA, L. F. MEGGUER, C. A Tomato yield as a function of water depths and irrigation suspension

periods. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 8, p. 591-597, Jul/Aug.2019.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise do solo**. 3. Ed. Brasília: Embrapa Solos, 2017. 577 p.

TEMESGEN, T.; AYANA, M.; BEDADI, B. Evaluating the effects of deficit irrigation on yield and water productivity of furrow irrigated Onion (*Allium cepa* L.) in Ambo, Western Ethiopia. **Irrigation & Drainage Systems Engineering**, v. 7, n. 203, Feb.2018.

VILAS BOAS, R. C.; CARVALHO, J. G.; PEREIRA, G. M.; SOUZA, R. J.; GAMA, G. B. N.; GARCIA, H. H.; ARAUJO, R. S. A. Rendimento da cultura da cebola submetida a níveis de água e nitrogênio por gotejamento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 633-646. Mar- abr. 2014.

WERNER, H.; ALVES, D. P.; WAMSER, G. H.; SCHMITT, D. R. Colheita, pós-colheita e comercialização. In: NICK, C.; BORÉM, A. **Cebola: do plantio a colheita**. 1 ed. Viçosa: Editora UFV, 2018. v. 1. cap. 10, p. 201-216.